



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Introduktion til SESAM

Kloch, Søren; Kirkegaard, Poul Henning

Publication date:
1989

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Kloch, S., & Kirkegaard, P. H. (1989). *Introduktion til SESAM*. Dept. of Building Technology and Structural Engineering, Aalborg University. U/ Nr. 8909

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK

INSTITUTE OF BUILDING TECHNOLOGY AND STRUCTURAL ENGINEERING

AALBORG UNIVERSITETSCENTER · AUC · AALBORG · DANMARK

S. KLOCH & P. H. KIRKEGAARD
INTRODUKTION TIL SESAM
OKTOBER 1989

ISSN 0902-8005 U8909

FORORD

Denne rapport er tænkt som en startvejledning for ansatte og studerende ved Instituttet for Bygningsteknik, som ønsker at få et overblik over SESAM-systemet uden at skulle sætte sig ind i det meget omfangsrige manualsæt.

Det er hensigten, at læseren alene ved hjælp af denne vejledning skal kunne gennemføre de 3 eksempler i afsnit 4-6 og derigennem opnå et grundlag for at arbejde videre med SESAM.

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. INDLEDNING	3
2. PRÆSENTATION AF SESAM	4
2.1 Oversigt over problemtyper	5
2.1.1 Preprocessorer til generering af finite elementmodeller	5
2.1.2 Programmer til beregning af miljølaster	6
2.1.3 Programmer til konstruktionsanalyse	7
2.1.4 Postprocessorer til præsentation af resultater	9
3. JOBAVIKLING PÅ MICROVAX	11
4. EKSEMPEL PÅ SESAM-KØRSEL	14
4.1 Generering af masten med PREFRAME	17
4.2 Generering af konsoldelen med PREFEM	24
4.3 Sammenkobling af MAST og KONSOL med PRESEL	33
4.4 Frekvensanalyse med SESTRAS	37
4.5 Præsentation af resultater med POSTFEM	41
4.5.1 Generering af database med PREPOST	41
4.5.2 Udtægning af egensvingningsformer med POSTFEM	44
5. EKSEMPEL MED STATISK VIRKENDE LAST	49
6. EKSEMPEL MED BØLGELAST	51
6.1 Input- og output filer til eksempel 3	52
6.2 Vurdering af resultater	55
LITTERATURLISTE	57

1. INDLEDNING

SESAM er en computerprogrampakke, der er udarbejdet hos Det norske Veritas, af VERITAS SESAM SYSTEMS A.S, til beregning af miljølaster på og respons af konstruktioner, specielt offshore konstruktioner.

Programpakken er købt i foråret 1988 af projektet med titlen "Integreret eksperimentel/numerisk analyse af offshore konstruktioners dynamiske egenskaber", som er igang på instituttet for bygningsteknik, AUC, under ledelse af lektor, lic. techn. Rune Brincker.

SESAM er installeret på Micro-Vax'en, Sohngaardsholmsvej 57, MVAX57.

Dette notat er udarbejdet for give

- en samlet kort præsentation af SESAM.
- information og praktiske oplysninger vedrørende job-afvikling med SESAM.
- eksempler på anvendelse af SESAM.

I dette notat omtales den version af SESAM, som er tilgængelig på MVAX57. Dette bør bemærkes, da SESAM konstant er under udvikling og fordi andre SESAM programpakker ikke nødvendigvis indholder samme programmer, som den version, der er installeret på MVAX57.

Notatet er tænkt som en hjælp i en indledende fase af brugen af SESAM. For at løse et konkret problem med SESAM må de omfangsrige SESAM-manualer studeres.

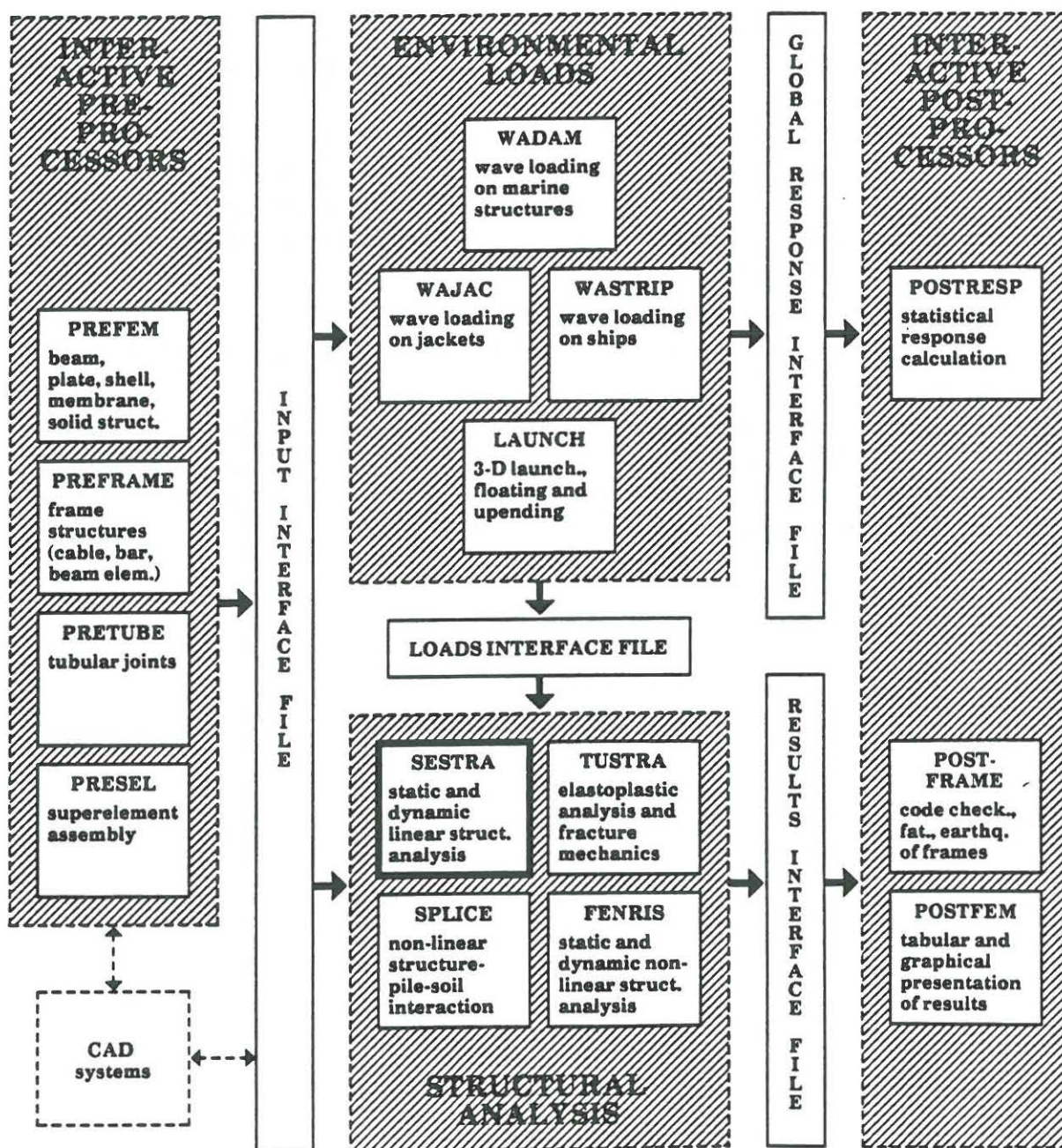
Notatet indeholder i afsnit 2 en kort præsentation af de problemtyper, der kan løses med SESAM. I afsnit 3 gives der nogle praktiske oplysninger om, hvorledes et SESAM-job afvikles på Micro-Vax'en. Afsnittene 4-6 indeholder 3 simple eksempler med kommentarer til opbygningen af jobfilerne.

2. PRÆSENTATION AF SESAM

SESAM består af følgende programenheder

- Preprocessorer til generering af finite elementmodeller.
- Programmer til beregning af miljølaster.
- Programmer til konstruktionsanalyse.
- Postprocessorer til præsentation af resultater.

Disse fire programenheder kædes sammen af fire interfacefiler. Sammenhængen imellem de enkelte programenheder og interfacefilerne ses på figur 2.1.



Figur 2.1 SESAM's hovedstruktur [16].

2.1 Oversigt over problemtyper.

Som det fremgår af figur 2.1 er SESAM et alsidigt elementmetodeprogram, der kan bruges til at løse en lang række problemer. Nedenfor gives der en kortfattet oversigt over nogle af SESAM's faciliteter. For en mere uddybende oversigt henvises der til manualerne hørende til SESAM, se litteraturlisten.

2.1.1 Preprocessorer til generering af finite elementmodeller.

Til generering af finite elementmodeller kan der anvendes følgende preprocessorer

- PREFRAME
- PREFEM
- PRETUBE
- PRESEL

Disse fire preprocessorer kan først og fremmest anvendes interaktivt og undervejs giver de mulighed for at stoppe og genstarte modelleringen af en konstruktion. Endvidere har man mulighed for at få hjælp af preprocessorerne og man kan rette udførte kommandoer. Preprocessorerne giver også i stor udstrækning mulighed for en automatisk generering af f.eks geometri, materialer, randbetingelser osv. Preprocessorerne har også mange grafiske faciliteter, der gør det muligt at kontrollere modelleringerne.

PREFRAME [1] er specielt anvendelig til generering af finite elementmodeller, der kan modelleres vha. følgende elementtyper

- bjælkeelement
- kabelelement
- stangelement
- fjederelement
- dæmperelement

PREFEM [2] er en generel anvendelig preprocessor til generering af finite elementmodeller, der kan modelleres vha. følgende elementtyper

- bjælkeelement
- skalelement
- membranelement
- volumenelement
- aksialsymmetriske volumenelement
- fjederelement
- dæmperelement
- kontaktelement

PRETUBE [3] er en preprocessor, der er speciel anvendelig til generering af finite elementmodeller af rørsamlinger. Modellerne kan modelleres med skalelementer og volumenelementer. Endvidere er der specielle muligheder for at modellere svejsninger og revner.

For både PREFRAME, PREFEM og PRETUBE gælder det, at de kan anvendes til at generere komplette finite elementmodeller eller første ordens superelementer, hvis superelementteknikken anvendes. Superelementteknikken bliver demonstreret i eksemplerne i afsnittene 4-6.

PRESEL [4] er en preprocessor, der anvendes til at generere superelementmodeller med de superelementer, der er dannet med PREFRAME, PREFEM eller PRETUBE. Inden de enkelte superelementer sættes sammen med PRESEL kan båndbredden af de enkelte første ordens superelementer optimeres med hjælpeprogrammet BPOPT.

2.1.2 Programmer til beregning af miljølast.

SESAM indeholder en programenhed til beregning af miljølast. Denne programenhed består af følgende programmer

- WAJAC
- WADAM
- WASTRIP
- LAUNCH

WAJAC [5] er et program til beregning af bølge og strømlast på en konstruktion, der består af konstruktionselementer med tværsnit, der er relative små i forhold til bølgelængden. En jacket platform er et eksempel på en sådan konstruktion.

WAJAC's tre primære anvendelsesområder er

- deterministisk bølge og strøm last beregning i tidsområdet.
- beregning af lasttransferfunktioner i frekvensområdet.
- simulering i tidsområdet af bølgelasten svarende til en given søtilstand.

Ved en deterministisk bølgelastberegning er der mulighed for at anvende forskellige bølgeteorier, Airy, Deans's strøm funktion, Cnoidal og Stoke's 5'te orden. Simuleringerne i tidsområdet er baseret på Airy bølgeteori og man kan vælge imellem to energi spektre, JONSWAP og Pierson-Moskowitch. Desuden har man mulighed for at modellere drag-og inertikoefficienter som funktion af en langrække parametre, f.eks dybde, diameter, Reynold's tal osv. Der er også mulighed for at modellere konstruktionselementer, der ikke bidrager til konstruktionens styrke, men som er påvirket af bølgelast. Herudover er der også mulighed for at regne på lodrette konstruktionselementer med en stor diameter.

WADAM [6] er et generelt program til bestemmelse af bølgelasten på og respons af konstruktioner med en vilkårlig form, såvel flydende konstruktioner som konstruktioner, der står på havbunden. WADAM er baseret på Morison's formel i lineariseret form samt 3-D radiation/diffraktions teori.

For ovenstående programmer gælder det, at de både kan anvendes i sammenhæng med konstruktionsanalyse programmerne, f.eks SESTRAS, og alene til beregning af miljølaster på konstruktionen, der betragtes.

WASTRIP [7] er et program til beregning af bølgebevægelserne af og bølgelasten på et skib, som bevæger sig fremad med en konstant hastighed. Bølgerne modelleres som regelmæssige sinusbølger.

LAUNCH [8] er et program til analyse af følgende situationer

- søsættelse af jacket platform fra pram.
- flydestabilitet af jacket platform.
- rejsning af jacket platform i vandet.

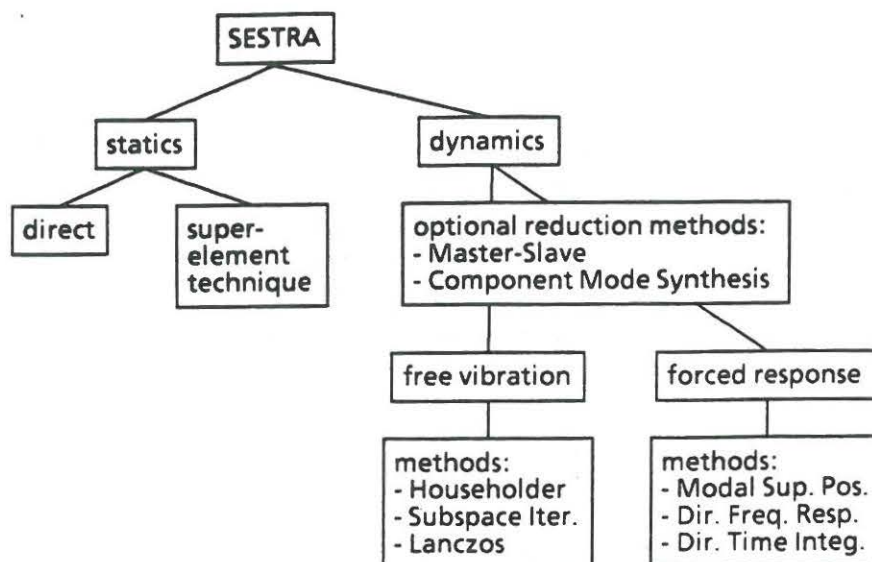
2.1.3 Programmer til konstruktionsanalyse.

SESAM indeholder en programenhed til lineære og ikke-lineære konstruktionsanalyser. Denne programenhed består af følgende programmer

- SESTRAS
- FENRIS
- TUSTRA
- SPLICE

SESTRAS [9] er et generelt finite elementmetode program til lineære statisk eller dynamisk konstruktionsanalyser. Programmet giver mulighed for valg imellem forskellige løsningsmetoder i en dynamisk analyse, se figur 2.2. SESTRAS indeholder et omfangsrigt elementbibliotek med følgende elementtyper

- stangelement
- bjælkeelement
- skallelement
- membranelement
- volumenelement
- aksialsymmetriske volumenelement
- fjederelement
- dæmperelement
- kontaktelement



Figur 2.2 Mulige løsningsmetoder i SESTRA [16].

Med SESTRA kan man modellere materialer som

- isotrop
- ortotrop
- anisotrop

Herudover indeholder SESTRA et bredt udvalg af muligheder for at angiver randbetingelse og belastninger, såvel statiske som dynamiske. Endvidere har man med SESTRA også mulighed for at benytte superelementteknikken, se eksemplerne i afsnittene 4-6.

FENRIS [10] er et generelt finite elementmetode program til ikke-lineære statisk eller dynamisk konstruktionsanalyser. FENRIS er specielt beregnet for problemer, som f.eks. omfatter

- store flytninger
- store rotationer
- instabilitet
- kollaps
- jordskælv
- kontakt/friktion

FENRIS har ligesom SESTRA et omfattende elementbibliotek, samt et bredt udvalg af muligheder for lastpåførelse. Endvidere kan FENRIS tage næsten alle mulige former for ikke-lineariteter i regning ved hhv. statisk og dynamisk ikke-lineære konstruktionsanalyser. Herudover giver FENRIS mulighed for at vælge imellem forskellige løsningsstrategier.

TUSTRA [11] er et program, baseret på SESTRAS, som kan anvendes til en elasto-plastisk spændingsanalyse og til lineære brudmekaniske analyser af skaller, plader og massive legemer. Med TUSTRA har man ligesom med SESTRAS mulighed for at udnytte superelementteknikken. I TUSTRA kan man modellere materialer som/ved

- lineær isotrop
- lineær ortotrop
- ikke-lineær elasto-plastisk
- forskellige modeller for beton

TUSTRA har endvidere et omfattende elementbibliotek til modellering af et givent problem.

TUSTRA gør det muligt at anvende flere forskellige løsningsmetoder til løsning af de ikke-lineære finite elementligninger.

Ved en brudmekanisk analyse kan man beregne spændingsintensitetsfaktorerne i alle knuderne langs en bruger defineret revnefront.

SPLICE [12] er et program til at analysere vekselvirkningen imellem en statisk påvirket lineær konstruktion og dens ikke-lineære pælefunderings system. SPLICE tager hensyn til pælegrupp-effekt. Jorden kan modelleres lagvis, hvor man, for hvert lag, kan angive API, DnV eller bruger definerede p-y kurver, samt NGI eller bruger definerede t-z kurver.

2.1.4 Postprocessorer til præsentation af resultater.

SESAM indeholder en programenhed som kan bruges til at præsentere analyseresultater og evt. til en videreberegning baseret på disse resultater. Denne programenhed består af følgende programmer

- POSTFEM
- POSTFRAME
- POSTRESP

POSTFEM [13] er en generel postprocessor til præsentering af analyseresultater. Programmet indeholder en omfattende grafisk del til en visuel præsentation/kontrol af finite elementmodellen på skærmen. Derudover er der adskillige valgmuligheder imellem forskellige måder til fremstilling af analyseresultater, f.eks. tabeller, plots eller visuel fremstilling på en skærm. De fleste former for skærbilleder kan sendes til en plotter. Den visuelle fremstilling giver bl.a. mulighed for at fremstille analyseresultaterne ved iso-kurver, vektorer, numeriske værdier på finite elementmodellen. Det bør også bemærkes at man for 3-D modeller har mulighed for at betragte f.eks. spændingsfordelingen over et givet brugerdefineret tværsnit.

POSTFRAME [14] er en postprocessor, der er speciel anvendelig til konstruktioner, der er modelleret med **PREFRAME**. **POSTFRAME** kan anvendes til at printe udvalgte analyseresultater. **POSTFRAME** har ingen grafiske faciliteter. Herudover kan man med **POSTFRAME** kontrollere om en konstruktion opfylder normkravene mht. flydning, stabilitet, osv. , som er angivet i

- API/AISC
- NPD
- DnV
- BS
- DS
- DnV

POSTRAME kan endvidere anvendes til at lave jordskælvsanalyser, deterministiske og stokastiske (frekvensområdet) udmattelsesanalyser.

POSTRESP [15] er en postprocessor til statistiske responsberegninger. Programmet **POSTRESP** har faciliteter til beregning af

- bølgespektre udfra angivet karakteristiske værdier
- transferfunktioner
- global responsspekter
- kortids statistik

Herudover er der diverse muligheder for at printe, plote eller visuel gengive f.eks transferfunktioner, responsspektre osv.

3. JOBAFVIKLING PÅ MICROVAX

I dette afsnit beskrives, hvorledes SESAM administreres i Institutet for Bygnings-teknik.

SESAM er implementeret på instituttets MicroVax i rum A 131, og brugeren må derfor have adgang til denne maskine for at kunne anvende programmet. Ud over brugernavnet skal der søges om ekstra ressourcer for at kunne afvikle SESAM-job.

Da MicroVax'en er koblet på AUC's ethernet, kan den nås fra enhver terminal på AUC, som er tilsluttet gennem en dec-server, og det gælder for de fleste af de terminalstik, instituttet råder over.

For at få det fulde udbytte af SESAM's grafiske faciliteter anbefales det dog at benytte MicroVax'ens konsolterminal eller en anden grafisk terminal til afvikling af SESAM-job.

SESAM-pakken er installeret således, at systemfilerne er placeret på kataloget DUA0:[SESAM], medens alle programfilerne ligger på DUA1:[SCRATCH]. Brugere har ikke adgang til disse kataloger men kan afvikle SESAM-job på eget brugernavn ved hjælp af en række procedurefiler, som beskrives i det følgende.

På brugerens katalog skal der oprettes 2 filer med navnene

SESTARTUP.COM

SELOGIN.COM

der aktiveres ved at placere kald i brugerens LOGIN.COM fil

:

@ SESTARTUP

@ SELOGIN

:

SESTARTUP.COM filen skal have et indhold som vist nedenfor, idet dog kommentarlinier kan udelades:

```
$ ! Command procedure SESTARTUP.COM to be inserted into site dependent
$ ! system startup procedure at sites where SESAM is installed.
$ !
$ ! Create logical names for SESAM installation files .
$ !
$ !*****
$ !
$ ASSIGN      DUA0:[SESAM]                sesam
$ ASSIGN      DUA1:[SCRATCH]              scratch
$ !
$ !*****
$ !
$ ASSIGN      sesam:CONFIG.DAT            S80CNFG
$ ASSIGN      sesam:SESAMREG.DAT          SESREG
$ ASSIGN      sesam:POSTMENU.DAT          POSTMENU
$ ASSIGN      sesam:MENUDATA.DAT          MENUDATA
$ !
$ !*****
```


Filen definerer en række logiske navne, som benyttes af SESAM, og den aktiverer et sæt af sikkerhedskoder.

SELOGIN.COM file indeholder definitioner af logiske navne og en række symboler, der anvendes ved kald af de forskellige SESAM-programmer. Hvis hele programpakken skal kunne anvendes, får file det nedenfor viste indhold, men den enkelte bruger kan naturligvis nøjes med kun at indsætte de linier, der ønskes benyttet.

```
$ ! SELOGIN.COM Login command procedure for users of SESAM
$ !
$ ! Create logical names and symbols for SESAM installation files .
$ !
$ !*****
$ !
$ ASSIGN      DUA1:[SCRATCH]  scratch
$ !
$ PRESEL      == RUN scratch:PRESEL.EXE
$ PREFEM      == RUN scratch:PREFEM.EXE
$ PREFRAME    == RUN scratch:PREFRAME.EXE
$ PRETUBE     == RUN scratch:PRETUBE.EXE
$ PREWAD      == RUN scratch:PREWAD.EXE
$ !
$ BPOPT       == RUN scratch:BPOPT.EXE
$ SESTRAS     == RUN scratch:SESTRAS.EXE
$ !
$ !TUSTRA      == RUN scratch:TUSTRA.EXE
$ !SPLICE      == RUN scratch:SPLICE.EXE
$ !GENSOD      == RUN scratch:GENSOD.EXE
$ !PILGEN      == RUN scratch:PILGEN.EXE
$ !
$ !CGUL        == RUN scratch:CGUL.EXE
$ !FLOAT3D     == RUN scratch:FLOAT3D.EXE
$ !LAUNCH3D    == RUN scratch:LAUNCH3D.EXE
$ !LIPP        == RUN scratch:LIPP.EXE
$ !PRELAUNCH   == RUN scratch:PRELAUNCH.EXE
$ !
$ WADAM        == RUN scratch:WADAM.EXE
$ WAJAC        == RUN scratch:WAJAC.EXE
$ WALOCO       == RUN scratch:WALOCO.EXE
$ !
$ PREPOST      == RUN scratch:PREPOST.EXE
$ POSTFEM      == RUN scratch:POSTFEM.EXE
$ !
$ POSTFRAME    == RUN scratch:POSTFRAME.EXE
$ POSTRESP     == RUN scratch:POSTRESP.EXE
$ !
$ ASSIGN      SYS$INPUT      FOR005
$ ASSIGN      SYS$OUTPUT     FOR006
$ !
$ !*****
```

disse programmer er normalt ikke installeret på disken men kan rekvireres, hvis der opstår behov herfor

Medens pre- og postprocessorerne med fordel kan afvikles som dialogjob, er det hensigtsmæssigt at afvikle analyseprogrammerne som batchjob.

Til afvikling af batchjob benyttes procedurefiler, der indeholder definitioner på logiske navne for arbejdsfiler og andre filer samt kald af det valgte analyseprogram. Nedenfor ses et eksempel på en procedurefil til afvikling af SESTRAS-job.

```
$ ! PROCEDUREFIL TIL AFVIKLING AF SESTRA-JOB
$ !
$ assign      CDFILE1.DHS      dhs008
$ assign      CDFIL12.DHS      dhs009
$ assign      WORKFILE1.DHS    dhs010
$ assign      WORKFILE2.DHS    dhs012
$ assign      WORKFILE3.DHS    dhs013
$ assign      WORKFILE4.DHS    dhs014
$ assign      SAVEFILE1.DHS    dhs020
$ assign      SAVEFILE2.DHS    dhs021
$ !
$ assign      XXXX.INP          for005 ! fil med input-data til SESTRA !
$ assign      XXXX.LIS          for006 ! fil til resultatudskrifter      !
$ assign      XXXX.MNT          for007 ! fil til systemmeddelelser      !
$ !
$ SESTRA
$ !
$ deassign    for005
$ deassign    for006
$ deassign    for007
$ !
$ EXIT
```

Filerne dhs008,dhs009,... er arbejds- og lagerfiler, som brugeren normalt ikke behøver at interessere sig for, dog bør der jævnligt foretages oprydning, fordi visse arbejdsfiler lagres, hvis jobbet afbrydes på grund af fejl.

De 3 filer for005, for006 og for007 indeholder input-data, resultatudskrifter samt systemmeddelelser. Et eksempel på anvendelsen af procedurefilen er vist i afsnit 4.4.

Det bemærkes, at der er oprettet en speciel batchkø til afvikling af SESAM-job, men adgangen til køen er betinget af, at brugeren har de nødvendige privilegier. Job til denne kø afsendes med ordren

`$SUBMIT/QUE=SYS$SESAM`

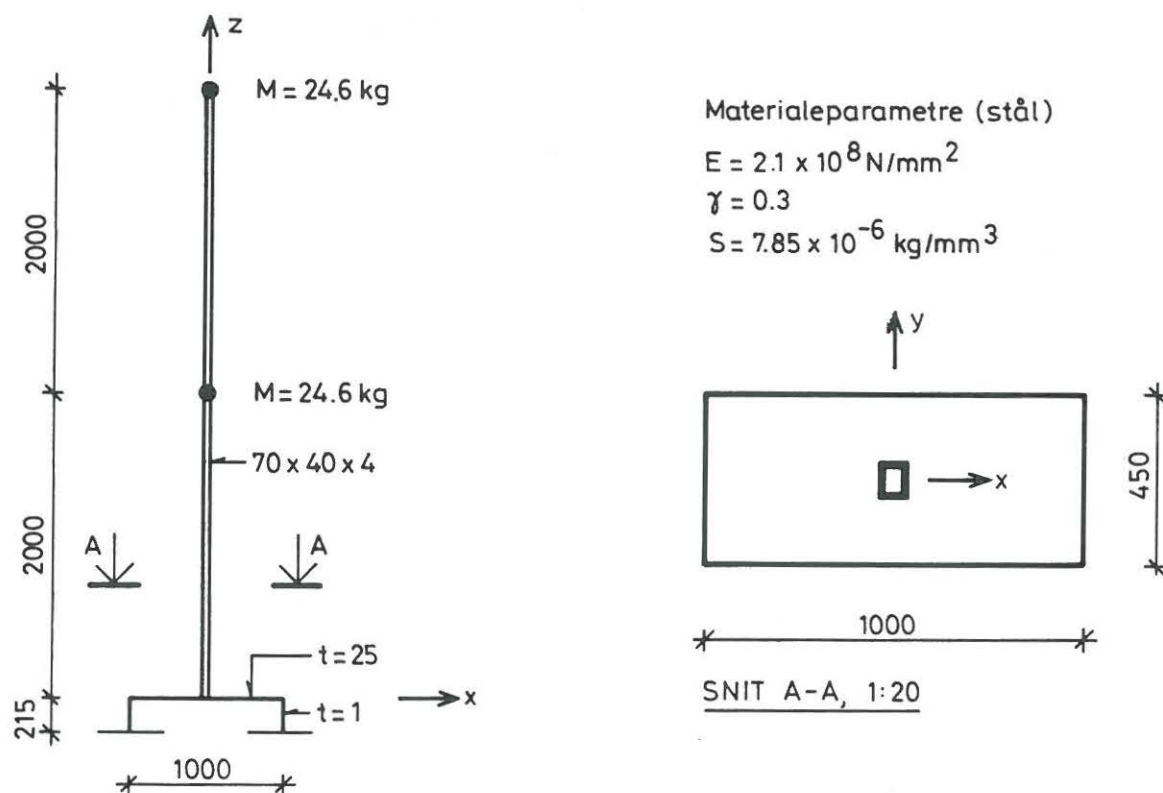
4. EKSEMPEL PÅ SESAM-KØRSEL

I dette afsnit demonstreres et fuldstændigt gennemløb af SESAM-systemet fra generering af den geometriske model med de forskellige preprocessorer til præsentation af beregnede resultater med en postprocessor.

Som eksempel er valgt den på fig. 4.1 viste laboriemodel af en monotowerkonstruktion, der er beskrevet nærmere i Jacob L. Jensen: Dynamic Analysis of a Monopile Model, AUC sept. 1988.

I dette afsnit gennemføres kun en egensvingningsanalyse, men samme model indgår i afsnit 5 og 6, hvor der gives vejledning i, hvorledes andre typer af analyser kan gennemføres.

Da hensigten med dette afsnit dels er at gennemføre et komplet gennemløb af SESAM-systemet og dels også at demonstrere forskellige af SESAM's faciliteter, er beskrivelsen blevet betydelig mere omfattende, end hvis det blot drejede sig om at vise, hvorledes de ønskede resultater fremskaffes. Specielt har det været et ønske at demonstrere superelementteknikken, som er noget helt specielt for SESAM, men som komplicerer genereringen af modellen og gennemførelsen af analysen. Under normale omstændigheder er det ikke hensigtsmæssigt at benytte superelementteknikken ved så enkle beregningsproblemer som det foreliggende.

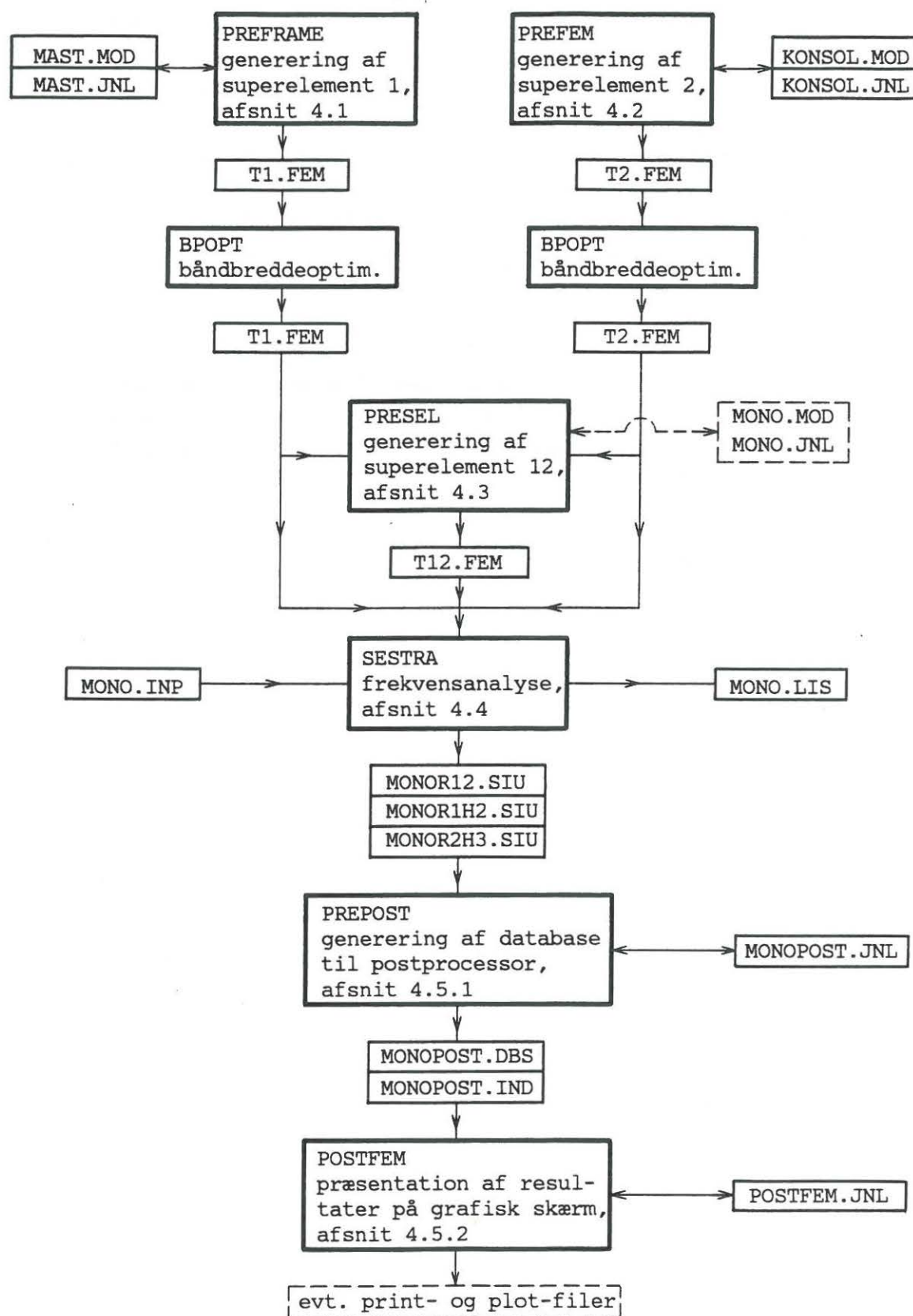


Figur 4.1. Laboriemodel, mål i mm.

Konstruktionen opdeles i 2 delkonstruktioner eller superelementer, der forbindes med en såkaldt superknode:

- 1) Den 4 m lange søjle ($70 \times 40 \times 4$) med de 2 klumpmasser kaldes MAST og udgør superelement nr. 1. Den inddeles i 20 bjælkeelementer.
- 2) Underbygningen med fodplade og påsvejste bladfjedre kaldes KONSOL og udgør superelement nr. 2. Bladfjedrene regnes fast indspændte i underlaget. Både fodplade og bladfjedre inddeles i 4-kantede skalelementer.
- 3) De 2 delkonstruktioner forbindes i punkter (0,0,0) med en superknode, der hindrer gensidige flytninger for alle 6 frihedsgrader. Samlingen er punktformig og tager således ikke hensyn til bjælkeprofillets afstivende virkning på fodpladen.

Figur 4.2 viser et diagram over strukturen i beregningsforløbet, hvor der for de enkelte programmer er henvisning til det relevante afsnit i den efterfølgende beskrivelse. Endvidere er alle de vigtigste filnavne og deres tilknytning til de forskellige programmer vist.



Figur 4.2. Diagram over gennemløb med SESAM.

4.1 Generering af masten med PREFRAME

Til generering af beregningsmodellen af masten benyttes PREFRAME [1], der er en preprocessor specielt beregnet på generering af bjælke- og rammekonstruktioner.

PREFRAME kan benyttes både i dialog- og batchjob men har først og fremmest sin styrke i dialogformen, hvor brugeren løbende kan kontrollere modelkonstruktionen gennem tabeller (PRINT) og grafik (DISPLAY,PLOT). Brugeren har desuden adgang til en hjælpefunktion, der kan kaldes på ethvert niveau, og som angiver, hvilke svar PREFRAME accepterer på det pågældende sted.

Jobafviklingen sker gennem afgivelsen af en række kommentarer, der er hierakisk opbyggede med underkommandoer og parametre. For at lette jobafviklingen er mange kommandoer forsynet med standardsvar, som brugeren blot skal acceptere.

I det følgende gengives den dialog med PREFRAME, der er benyttet til generering af modellen af masten.

Til støtte for læseren er udskriften forsynet med en række kommentarer, således at det ikke skulle være nødvendigt at benytte manualen [1]. Det er dog forudsat, at læseren har et elementært kendskab til terminologi og principper, som benyttes i programmer af denne type.

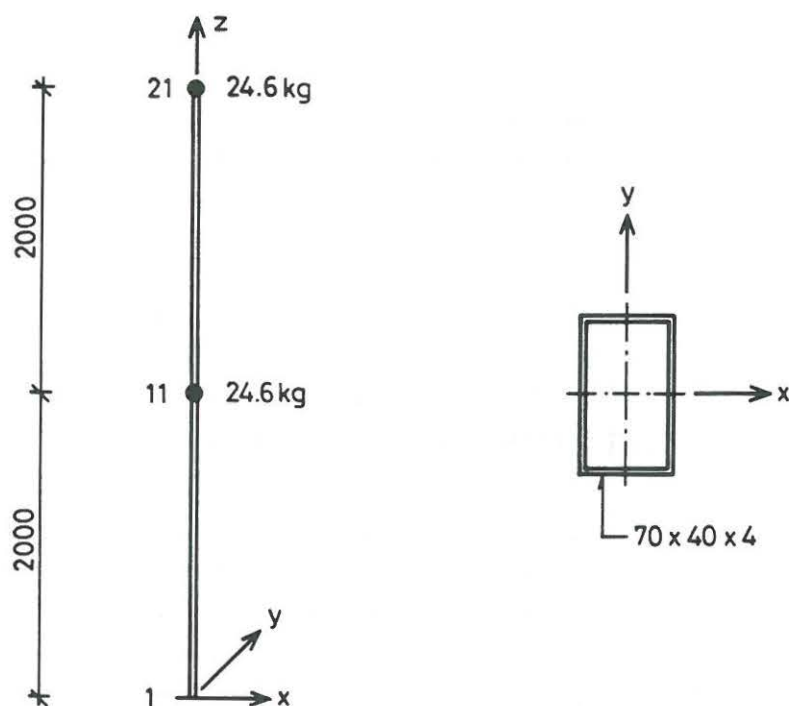
For at give læseren mulighed for at følge med i alle faser, er eksemplet gennemført med svar enkeltvis på alle stillede spørgsmål. Herved bliver dialogen temmelig omfattende, og det må understreges, at en lidt øvet bruger har mulighed for at komprimere dialogen betydeligt ved at afgive samlede ordresekvenser bestående af kommando + underkommando + parameterværdier. Alle kommandoer m.m. kan forkortes ned til et enkelt eller nogle få tegn, men det er undladt her af hensyn til forståelsen.

Følgende symboler optræder mange gange på udskriften og forklares derfor her:

#	klartegn fra PREFRAME
?	evt. efterfulgt af // udskrives af PREFRAME hver gang, der ønskes et svar/valg af brugeren
%	kommentarlinie der her kun benyttes for at skabe mellemrum mellem de enkelte ordresekvenser
//	standardværdi af underkommando eller parameter
end	afslutter kommando eller underkommando
..	afbryder eller afslutter kommando

Der er ikke vist eksempler på anvendelsen af hjælpefunktionen, men denne kan aktiveres af brugeren med tegnet "?" på ethvert niveau. Herefter udskrives en liste over de svar, brugeren kan vælge imellem.

På fig. 4.1.1 ses den del af konstruktionen, som behandles med PREFRAME, se iøvrigt afsnit 4.



Figur 4.1.1. Mast, mål i mm.

Masten inddeles i 20 lige store rumlige bjælkeelementer med det viste tværsnit. Eneste randbetingelse påføres i knude 1, der gøres til "superknude" med henblik på sammenkoblingen med konsoldelen, se afsnit 4.3. Med henblik på frekvensanalyserne i afsnit 5 indlægges klumpmasser på 24,6 kg i knuderne 11 og 21. Herudover defineres 2 lastkombinationer hver med en enhedskraft. Disse lastkombinationer kan senere kombineres og skaleres med PRESEL, se afsnit 5.

På de følgende sider gengives dialogen med PREFRAME. Umiddelbart efter afslutningen af PREFRAME bør man altid kalde programmet BPOPT, der på grundlag af en intern omnummerering optimerer båndbredden og/eller profilen.

\$ preframe

(opstart af PREFRAME)

***** S E S A M *****

General Purpose Finite Element Program

P R E F R A M E

Preprocessor for Frame Structures

Program id	: 5.3-01	Computer	: MicroVax
Release date	: 14-APR-89	Impl. update	: None
Access time	: 25-JUL-89 11:33:12	Operating system	: VMS V5.1
User id	: SESAM	CPU id	: 0120316402
Account	: SESAM	Installation	: AALBORG_MIKRO

Copyright Veritas SESAM Systems, P.O.Box 300, N-1322 Hovik, Norway

GENERAL FILE NAME PREFIX? /[]/	(ny modelfil med navnet MAST
MODEL FILE NAME? /PREFRAME/ mast	vælges. Prefix benyttes ikke.
OLD OR NEW FILE? /OLD/ new	Superelementet får automatisk
SUPER ELEMENT TYPE? /1/	nr. 1)
CURRENT DEVICE IS : TX4014-15-16-54	
#node 1	
X COORDINATE? /0.0/	(generering af knuder sker
Y COORDINATE? /0.0/	ved, at koordinaterne til
Z COORDINATE? /0.0/	knude 1 og 21 fastlægges.
NODE NUMBER? /2/ 21	Dernæst indlægges en knudeli-
X COORDINATE? /0.0/	nie mellem 1 og 21 gennem en
Y COORDINATE? /0.0/	20-delning. De nye knuder star-
Z COORDINATE? /0.0/ 4000	ter med nr. 2, og delingen er
NODE NUMBER? /22/ end	i lige store stykker)
NODE? line 1 21	
NO. OF DIVISIONS? /2/ 20	
19 NODE NUMBERS? step	
FIRST NODE? /22/ 2	
NODE STEP? /1/	
20 SPACINGS? /EVEN/	
NODE END 1? ..	
END COMMAND	
##	
##	
#element	(generering af elementer af
ELEMENT TYPE? /BEAM-(BEAS)/	typen BEAM på en linie mellem
ELEMENT DEFINITION? /1/ line	knude 1 og 21. Elementnumre
NODE END 1? 1	vælges automatisk, her fra 1
NODE END 2? 21	til 20)
20 ELEMENT NUMBERS? auto	
NODE END 1? ..	
END COMMAND	

```

##
##
#property
PROPERTY? /SECTION/
SECTION NUMBER? /1/
SECTION TYPE? /PIPE/ box
HEIGHT AT END? 70
WIDTH OF SECTION? 40
TOP WALL THICKNESS? 4
THICKNESS OF SIDE WALLS? 4
BOTTOM WALL THICKNESS? /4.0/
FACTOR MODIFYING CALCULATED SHEAR AREA IN Y-DIRECTION? /1.0/
FACTOR MODIFYING CALCULATED SHEAR AREA IN Z-DIRECTION? /1.0/
SECTION NUMBER? /2/ end
##
##
#property
PROPERTY? /SECTION/ material
MATERIAL NUMBER? /1/
MATERIAL TYPE? /LINEAR-ELASTIC/
YOUNGS MODULUS? /0.21E+12/ 2.1e8
POISSONS RATIO? /0.3/
DENSITY? /7850.0/ 7.85e-6
SPECIFIC DAMPING? /0.0/
THERMAL EXPANSION COEFFICIENT? /0.12E-04/
MATERIAL NUMBER? /2/ end
##
##
#property connect
CONNECT SECTION OR MATERIAL? section 1
SELECT ELEMENTS? all
SECTION NUMBER? /END/
CONNECT SECTION OR MATERIAL? /END/ material 1
SELECT ELEMENTS? all
MATERIAL NUMBER? /END/ ..
END COMMAND
##
##
#print node
PRINT NODE? /END/ coordinate
SELECT NODES? 1 11 21
SELECT MORE NODES? /NO/

```

(tværsnit nr. 1 defineres som typen BOX med de angivne dimensioner, se også fig. 4.3)

(materialesæt nr. 1 defineres med de angivne egenskaber (stål))

(tværsnit nr. 1 og materialesæt nr. 1 til alle elementer)

(som kontrol udskrives en tabel med knudekoordinater for knude 1, 11 og 21)

SUPER ELEMENT TYPE: 1 LEVEL: 1

EXT. NO.	INT. NO.	C O O R D I N A T E S			BOU CON ND
		X	Y	Z	
1	1	0.000000	0.000000	0.000000	6
11	12	0.000000	0.000000	2000.000000	6
21	2	0.000000	0.000000	4000.000000	6

```

PRINT NODE? /END/
PRINT? /END/ element
SELECT ELEMENTS? 1 10 20
SELECT MORE ELEMENTS? /NO/

```

(som kontrol udskrives en tabel over de udvalgte elementer nr. 1, 10 og 20)

SUPER ELEMENT TYPE: 1 LEVEL: 1

EXT. EL.	INT. EL.	EL. TYPE	MAT. NO.	SECT. NO.	SECT. TYPE	SECT. D H TH	ELEMENT LENGTH FLEXIBLE PART	NODE 1	NODE 2
1	1	BEAS	1	1	BOX	70.00	200.000000	1	2
10	10	BEAS	1	1	BOX	70.00	200.000000	10	11
20	20	BEAS	1	1	BOX	70.00	200.000000	20	21

```

PRINT? /END/
##

```



```

##
##
#mass-on-node
SELECT NODES? 11
SELECT MORE NODES? /NO/ 21
SELECT MORE NODES? /NO/
TRANSLATION MASS X? /0.0/ 24.6
TRANSLATION MASS Y? /0.0/ 24.6
TRANSLATION MASS Z? /0.0/ 24.6
ROTATIONAL MASS X? /0.0/
ROTATIONAL MASS Y? /0.0/
ROTATIONAL MASS Z? /0.0/
##
##
#load
LOAD CASE? /1/
LOAD TYPE? /NODE/
LOAD SUBTYPE? /FORCE/
SELECT NODES? 11
SELECT MORE NODES? /NO/
COORDINATE SYSTEM? /GLOBAL/
FORCE X DIRECTION? /0.0/ 1.0
FORCE Y DIRECTION? /0.0/
FORCE Z DIRECTION? /0.0/
MOMENT X DIRECTION? /0.0/
MOMENT Y DIRECTION? /0.0/
MOMENT Z DIRECTION? /0.0/
COMPLEX LOAD? /END/
      1 LOADS CREATED
LOAD SUBTYPE? /FORCE/ end
LOAD TYPE? /NODE/ end
LOAD CASE? /1/ 2
LOAD TYPE? /NODE/
LOAD SUBTYPE? /FORCE/
SELECT NODES? 21
SELECT MORE NODES? /NO/
COORDINATE SYSTEM? /GLOBAL/
FORCE X DIRECTION? /0.0/
FORCE Y DIRECTION? /0.0/ 1.0
FORCE Z DIRECTION? /0.0/
MOMENT X DIRECTION? /0.0/
MOMENT Y DIRECTION? /0.0/
MOMENT Z DIRECTION? /0.0/
COMPLEX LOAD? /END/
      1 LOADS CREATED
LOAD SUBTYPE? /FORCE/ ..
END COMMAND
##
##
#boundary
BOUNDARY CONDITION IN DEGREE OF FREEDOM TX? /FREE/ super
BOUNDARY CONDITION IN DEGREE OF FREEDOM TY? /SUPER/
BOUNDARY CONDITION IN DEGREE OF FREEDOM TZ? /SUPER/
BOUNDARY CONDITION IN DEGREE OF FREEDOM RX? /SUPER/
BOUNDARY CONDITION IN DEGREE OF FREEDOM RY? /SUPER/
BOUNDARY CONDITION IN DEGREE OF FREEDOM RZ? /SUPER/
COORDINATE SYSTEM? /GLOBAL/
SELECT NODES? 1
SELECT MORE NODES? /NO/
##

```

(der påføres knudemasser på 24.6 kg i knude 11 og 21. Kun translationsbidrag medtages)

(lastkombination nr. 1 består af en enkeltkraft på 1.0 virkende i x-retningen i knude 21)

(lastkombination nr. 2 består af en enkeltkraft på 1.0 virkende i y-retningen i knude 11)

(knude nr. 1 defineres som superknude ved at alle frihedsgrader tildeles randbetingelsen SUPER)

```

##
##
#write l
      21 NODES WRITTEN
      20 BASIC ELEMENTS WRITTEN
      * 20 BEAM ELEMENTS GIVEN DEFAULT
          LOCAL COORDINATE SYSTEM
          2 LOAD CASES WRITTEN
      PLEASE REMEMBER TO OPTIMIZE BANDWIDTH
##
##
#exit
$
$ bpopt

```

(elementmetode modellen af
superelement nr. 1 overfø-
res til interfacefilen
T1.FEM)

(PREFRAME forlades)

(opstart af optimerings-
programmet BPOPT)

***** S E S A M *****

General Purpose Finite Element Program

B P O P T

Interface file optimization program

Program id	: 5.3-01	Computer	: MicroVax
Release date	: 10-MAY-89	Impl. update	: None
Access time	: 25-JUL-89 12:07:24	Operating system	: VMS V5.1
User id	: SESAM	CPU id	: 0120316402
Account	: SESAM	Installation	: AALBORG_MIKRO

Copyright Veritas SESAM Systems, P.O.Box 300, N-1322 Hovik, Norway

```

FEM INPUT FILE NAME? t1
GIVE NO. OF NODES? /NO/ 21
CREATE A NEW INTERFACE FILE? /YES/
FEM OUTPUT FILE NAME? /T1/
CREATE A RENUMBERING FILE? /NO/
PROFILE OR BANDWIDTH MOST IMPORTANT? /BANDWIDTH/

```

(filnavn T1.FEM)

TOTAL NUMBER OF NODES	:	21	
BANDWIDTH BEFORE	:	19	(resultat af bånd-
PROFILE BEFORE	:	38	bredde optimering)
BANDWIDTH AFTER	:	1	
PROFILE AFTER	:	20	

Resultatet af ovenstående job er følgende 3 filer:

MAST.MOD

MAST.JNL

T1.FEM (2 versioner)

Modelfilen MAST.MOD indeholder modellen med alle de data, der blev defineret med PREFRAME, medens journalfilen MAST.JNL blot indeholder en listning af alle afgivne ordrer. Begge filer benyttes ved nyt kald af PREFRAME og revideres automatisk. Det er dog muligt at genskabe modelfilen på grundlag af journalfilen, se nærmere herom i [1].

Interfacefilen T1.FEM indeholder alle data vedr. elementmetodemodellen for superelement nr. 1. Filen findes i 2 versioner, fordi den er revideret med BPOPT. 1. version bør herefter slettes.

T1.FEM benyttes her som input til PRESEL, hvor den sammenkobles med det andet superelement, se afsnit 4.3. Hvis der ønskes en analyse af masten alene, kan T1.FEM naturligvis benyttes direkte som input til analyseprogrammet SESTRAS.

Udover ovennævnte 3 filer kan der optræde følgende 2 filer med standardnavnene

MAST.LIS

MAST.PLO

til opsamling af print- og plot-data fra PREFRAME. Disse 2 filer indgår dog ikke i dette eksempel.

4.2 Generering af konsoldelen med PREFEM

Til generering af geometri- og beregningsmodellen af konsoldelen benyttes PREFEM [2], der er en generel preprocessor til elementmetodeprogrammer.

PREFEM er et interaktivt program, der udformer modellen i dialog med brugeren ved hjælp af en række kommandoer, der er opbygget hierakisk med underkommandoer og parametre. Der er indlagt en lang række standardsvar, således at brugeren ofte kan nøjes med at acceptere det foreslåede svar. For yderligere at lette brugen af PREFEM er der indlagt en hjælpefunktion, som kan kaldes på alle niveauer, se nedenfor.

For den øvede bruger er der mulighed for at afgive en hel ordresekvens bestående af kommando + underkommandoer + parameterværdier på en enkelt linie, medens nybegynderen kan nøjes med at afgive en enkelt ordre ad gangen og afvente spørgsmål fra PREFEM. I nedenstående er der vist eksempler på begge muligheder.

Neden for er gengivet den dialog med PREFEM, der er benyttet til at generere konsoldelen. Der er medtaget en række forklaringer, således at læseren kan forstå eksemplet og gennemføre et tilsvarende uden brug af manualen. Det er dog forudsat, at læseren har et elementært kendskab til den terminologi og de principper, der benyttes ved geometri- og elementgenerering.

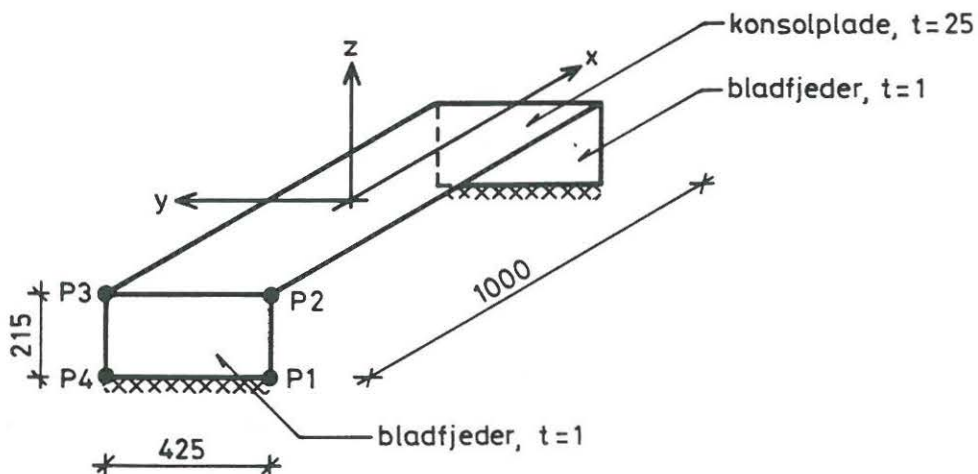
Alle kommandoer m.m. kan forkortes ned til et enkelt eller nogle få tegn, men det er undgået i efterfølgende eksempel af hensyn til forståeligheden.

Følgende symboler benyttes mange gange i det følgende og forklares derfor her:

- # klartegn fra PREFEM
- ?// udskrives hver gang, der kræves et valg af brugeren. Standardværdien angivet i // vælges, hvis der blot udføres et linieskift.
- % kommentarlinie, der her kun benyttes for at skabe mellemrum mellem de enkelte ordresekvenser
- .. afbryder eller afslutter kommando

Hjælpefunktionen aktiveres med tegnet "?", som på ethvert niveau udskriver en liste over de mulige svar, brugeren skal vælge imellem.

På fig. 4.2.1 ses den del af konstruktionen, som behandles med PREFEM, se også afsnit 4.



Figur 4.2.1. Konsol, mål i mm.

Der vælges en relativ grov elementinddeling med 2×4 elementer i hver af de 2 bladfjeder og 8×4 elementer i konsolpladen. Alle elementer er 4-knuds tynde skalelementer.

Bladfjedrene regnes indspændt som vist på fig. 4.2.1, og desuden fastholdes linien P2-P3 mod flytninger i x-retningen.

På de følgende sider gengives dialogen med PREFEM. Umiddelbart efter afslutningen af PREFEM bør man altid kalde programmet BPOPT, der på grundlag af en intern omnummerering optimerer båndbredden og/eller profilen.

\$ prefem

(opstart af PREFEM)

***** S E S A M *****

General Purpose Finite Element Program

P R E F E M

Preprocessor for Membrane, Shell and Solid

Program id	: 5.4-05	Computer	: MicroVax
Release date	: 25-MAY-89	Impl. update	: NONE
Access time	: 24-JUL-89 11:02:14	Operating system	: VMS V5.1
User id	: SESAM	CPU id	: 0120316402
Account	: SESAM	Installation	: AALBORG_MIKRO

Copyright Veritas SESAM Systems, P.O.Box 300, N-1322 Hovik, Norway

```

GENERAL FILE NAME PREFIX? /[]/
MODEL FILE NAME? /PREFEM/ konsol      (ny modelfil med navnet
OPEN NEW OR OLD DATABASE FOR GEOMETRY? /OLD/ new KONSOL.MOD vælges)
#%
#%
#define point
Point Name? /END/ p1
X-Coordinate? /0.0/ -500
Y-Coordinate? /0.0/ -225
Z-Coordinate? /0.0/ -215
Point Name? /END/ p2
X-Coordinate? /-500.0/
Y-Coordinate? /-225.0/
Z-Coordinate? /-215.0/ 0
Point Name? /END/ p3 -500 225 0
Point Name? /END/ p4 -500 225 -215
Point Name? /END/ ..
      END COMMAND
#%
#%
#define line
Line Name? /END/ l1
Start of Line? /END/ p1
End of Line? /END/ p2
Number of Elements? /4/ 2
Line Name? /END/ l2 p2 p3 4
Line Name? /END/ l3 p3 p4 2
Line Name? /END/ l4 p4 p1 4
Line Name? /END/ ..
      END COMMAND
#%
#%
#define surface s1
Name of Line or Point? /END/ l1 l2 l3 l4
Surface Name? /END/ ..
      END COMMAND

```

(de 4 hjørnepunkter, se figuren ovenfor, defineres hver med navn og x-, y- og z-koordinat)

(de 4 linier, der forbinder punkterne P1-P4, defineres, og antal elementer angives)

(definition af fladen S1, der begrænses af linierne L1-L4)


```

%%
%%
#define transformation tr1
Kind of Transformation? /END/ translate displacements
TRANSLATE IN X DIRECTION? /0.0/ 1000
TRANSLATE IN Y DIRECTION? /0.0/
TRANSLATE IN Z DIRECTION? /0.0/
Kind of Transformation? /END/
Define? /END/
%%
%%
#copy s1 s2 tr1
    COPIED P1      TO X000
    COPIED P4      TO X001
    COPIED L4      TO X002
    COPIED P3      TO X003
    COPIED L3      TO X004
    COPIED P2      TO X005
    COPIED L2      TO X006
    COPIED L1      TO X007
    COPIED S1      TO S2
%%
%%
#define surface s3 p2 x005 x003 p3
Name of next Point? /END/ ..
    END COMMAND
%%
%%
#display
Display? /GEOMETRY/
%%
%%
#label surface-name
Identification of Surfaces On or Off? /OFF/ on
%%
#label point-name
Identification of Points On or Off? /OFF/ on

```

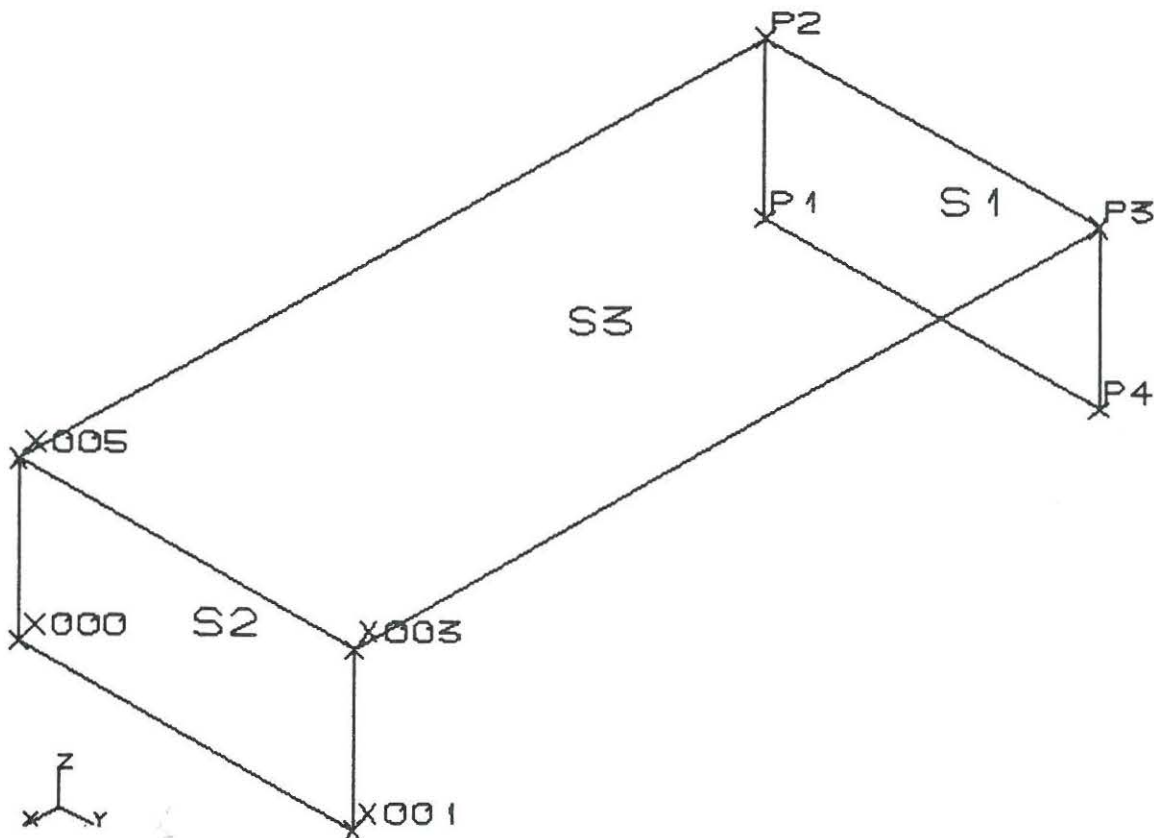
(transformationen TR1 defineres som en translation på 1000 mm i x-retningen)

(fladen S2 defineres som kopi af S1 gennem transformationen TR1. Der dannes automatisk 4 nye punkter og 4 nye linier)

(fladen S3 defineres ud fra de 4 hjørnepunkter. Linie X008 og X009 dannes automatisk)

(udtegning af geometri-model)

(navne på flader og punkter tilføjes)



```

#%
#%
#property thickness
Include Surfaces? /END/ s1
Thickness? /1.0/
Include Surfaces? /END/ s2
Thickness? /1.0/
Include Surfaces? /END/ s3
Thickness? /1.0/ 25
Include Surfaces? /END/
#%
#%
Property Kind? /END/ material
Material Name? /END/ staal
Material Kind? /END/ elastic
Youngs Modulus? /0.21E+12/ 2.1e8
Poissons Ratio? /0.3/
Density? /7850.0/ 7.85e-6
Specific Damping? /0.0/
Thermal Expansion Co? /0.0/
Material Name? /END/ ..
      END COMMAND
#connect material
Material Name? /END/ staal
Include Lines, Surfaces or Bodies? /END/ all-surf-incl
Connect choice? /END/
#%
#%
#print line
Select Lines to Print? /END/ all-line-incl
Print Type? /GEOMETRY/

```

(definition af pladetykkelser for de 3 flader)

(materialeparametre knyttes til navnet "staal", som derefter knyttes til de 3 flader)

(der udskrives en tabel over samtlige definerede linier)

LINE NAME	TYPE	PARTS	START POINT	END POINT
L1	LINE	2	P1	P2
L2	LINE	4	P2	P3
L3	LINE	2	P3	P4
L4	LINE	4	P4	P1
X002	LINE	4	X001	X000
X004	LINE	2	X003	X001
X006	LINE	4	X005	X003
X007	LINE	2	X000	X005
X008	LINE	4	P2	X005
X009	LINE	4	X003	P3

```

Print Type? /END/ ..
      END COMMAND

```

```

#%
#%
#change line x008
Start of Line? /P2/
End of Line? /X005/
Number of Elements? /4/ 8
Line Name? /END/ x009
Start of Line? /X003/
End of Line? /P3/
Number of Elements? /4/ 8
Line Name? /END/ ..
  END COMMAND
#property boundary-con
Include Nodes, Points, Lines, Surfaces or Bodies? /END/ 14
Boundary Condition TX? /FREE/ fix
Boundary Condition TY? /FIX/
Boundary Condition TZ? /FIX/
Boundary Condition RX? /FIX/
Boundary Condition RY? /FIX/
Boundary Condition RZ? /FIX/
Coordinate system? glo
Include Nodes, Points, Lines, Surfaces or Bodies? /END/ x002
Boundary Condition TX? /FREE/ fix fix fix fix fix fix
Coordinate system? glo
Include Nodes, Points, Lines, Surfaces or Bodies? /END/ 12
Boundary Condition TX? /FREE/ fix
Boundary Condition TY? /FIX/ free
Boundary Condition TZ? /FREE/
Boundary Condition RX? /FREE/
Boundary Condition RY? /FREE/
Boundary Condition RZ? /FREE/
Coordinate system? glo
Include Nodes, Points, Lines, Surfaces or Bodies? /END/ ..
  END COMMAND
#%
#%
#set element-type
Kind of Geometry? /END/ surface
Include Surfaces? /END/ all-surface-incl
Element Type for Surfaces? shell-4
Kind of Geometry? /END/
Set? /END/
#mesh
Part to Mesh? /ALL/
  PROCESSING SURFACE S1:
  COONS PATCH METHOD IS USED
    15 NODES
    8 BASIC ELEMENTS
  PROCESSING SURFACE S2:
  COONS PATCH METHOD IS USED
    15 NODES
    8 BASIC ELEMENTS
  PROCESSING SURFACE S3:
  COONS PATCH METHOD IS USED
    45 NODES
    32 BASIC ELEMENTS

```

(linie X008 og X009 blev automatisk dannet ved definitionen af S3. Nu ændres inddelingen til 8 elementer i stedet for 4, der er standardværdien)

(alle knuder langs L4 og X002 fastholdes mod samtlige flytninger)

(knuder langs L2 fastholdes mod flytning i x-retningen)

(elementtypen vælges og knyttes til de 3 flader)

(elementinddelingen udføres)


```

%%
%%
#display mesh

```

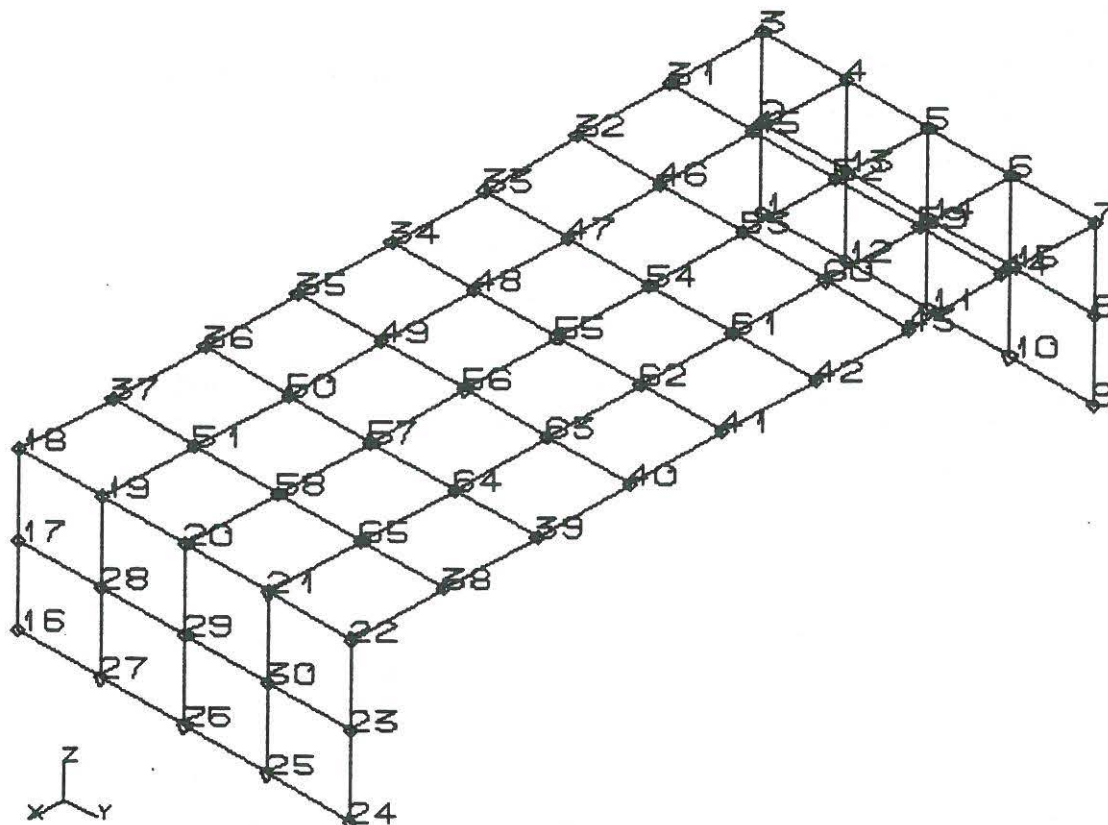
(udtegnig af elementinddeling)

```

%%
%%
#label node-number
Identification of Nodes On or Off? /OFF/ on

```

(knudenumre tilføjes)



```

##
##
#property boun-con
Include Nodes, Points, Lines, Surfaces or Bodies? /END/ n-n
External Node Number? /END/ 55
External Node Number? /END/ (knode nr. 55 i konsolpladens
Boundary Condition TX? /FREE/ super midtpunkt defineres som super-
Boundary Condition TY? /SUPERNODE/ knude med henblik på sammenkob-
Boundary Condition TZ? /SUPERNODE/ ling med MAST)
Boundary Condition RX? /SUPERNODE/
Boundary Condition RY? /SUPERNODE/
Boundary Condition RZ? /SUPERNODE/
Coordinate system? glo
Include Nodes, Points, Lines, Surfaces or Bodies? /END/ ..
END COMMAND
##
##
#write 2 (elementmodellen af superelement
        65 NODES WRITTEN nr. 2 overføres til interfacefi-
        48 BASIC ELEMENTS WRITTEN len T2.FEM)
        0 LOAD CASES WRITTEN
*      THERE ARE NO LOAD CASES
##
##
#exit (PREFEM forlades)
$ bpopt (opstart af optimeringsprogrammet
        BPOPT)

```

***** S E S A M *****

General Purpose Finite Element Program

B P O P T

Interface file optimalization program

Program id	: 5.3-01	Computer	: MicroVax
Release date	: 10-MAY-89	Impl. update	: None
Access time	: 26-JUL-89 10:46:30	Operating system	: VMS V5.1
User id	: SESAM	CPU id	: 0120316402
Account	: SESAM	Installation	: AALBORG_MIKRO

Copyright Veritas SESAM Systems, P.O.Box 300, N-1322 Hovik, Norway

```

FEM INPUT FILE NAME? t2 (filnavn T2.FEM)
GIVE NO. OF NODES? /NO/
CREATE A NEW INTERFACE FILE? /YES/
FEM OUTPUT FILE NAME? /T2/
CREATE A RENUMBERING FILE? /NO/
PROFILE OR BANDWIDTH MOST IMPORTANT? /BANDWIDTH/

```

TOTAL NUMBER OF NODES	:	65	
BANDWIDTH BEFORE	:	54	
PROFILE BEFORE	:	710	(resultat af bånd-
BANDWIDTH AFTER	:	6	breddeoptimering)
PROFILE AFTER	:	352	

\$

Med ovenstående er der dannet følgende 2 filer

KONSOL.MOD

KONSOL.JNL

T2.FEM (2 versioner)

Modelfilen KONSOL.MOD indeholder alle data vedr. geometri- og elementmodel, medens journalfilen KONSOL.JNL indeholder en liste over de afgivne ordrer. Begge filer benyttes, hvis modellen senere skal viderebearbejdes med PREFEM. En journalfil kan også oprettes eller revideres med et editeringsprogram og dernæst benyttes direkte som input-fil for PREFEM, se herom i manualen.

Interfacefilen T2.FEM indeholder elementmetode modellen for superelement nr. 2. Den findes i 2 versioner, fordi den blev revideret med BPOPT, første version bør herefter slettes.

T2.FEM benyttes i dette eksempel som input til PRESEL, der sammenkobler de 2 superelementer, se afsnit 4.3. Ønskes konsoldelen beregnet som en selvstændig konstruktion, kan T2.FEM dog også benyttes direkte som input til analyseprogrammet SESTRAS.

Udover ovennævnte 3 filer kan der optræde følgende 2 filer med standardnavnene

KONSOL.LIS

KONSOL.PLO

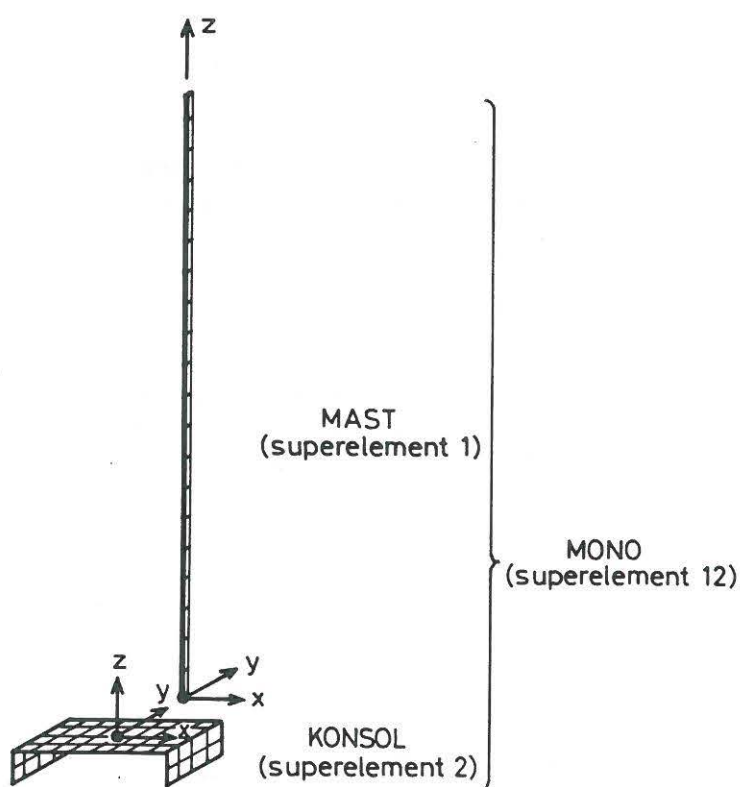
der benyttes til opsamling af print- og plot-data fra PREFEM. Disse 2 filer optræder dog ikke i dette eksempel.

4.3. Sammenkobling af MAST og KONSOL med PRESEL

I de foregående 2 afsnit blev beregningsmodellerne for de 2 delkonstruktioner MAST og KONSOL opstillet, og de ønskes nu sammenkoblet til en fælles beregningsmodel ved hjælp af PRESEL [4].

PRESEL er en preprocessor i SESAM-systemet, der benyttes til at opbygge beregningsmodeller på grundlag af et eller flere superelementer dannet med andre af SESAM-systemets preprocessorer fx. PREFRAME og PREFEM.

Ved sammenkoblingen bevares elementmodellen for de enkelte superelementer, men der dannes et nyt superelement på højere niveau med en elementmodel baseret på de superknuder, der forbinder superelementerne. I det aktuelle eksempel er der kun 2 1.-ordens elementer, som sammenkobles til 1 2.-ordens superelement via en enkelt superknode, se fig. 4.3.1.



Figur 4.3.1. Superelementmodel.

Da superknuden i begge 1.-ordens superelementerne forlods er placeret i samme position (0,0,0), sker sammenkoblingen direkte, men ellers giver PRESEL mulighed for at flytte rundt med et superelement, således at det også kan bruges flere gange under opbygningen af et højere ordens superelement.

PRESEL er et interaktivt program, der benytter en kommandostruktur, som minder meget om PREFRAME/PREFEM. Det skønnes derfor, at læseren, efter at have gennemgået afsnit 4.1 og 4.2, umiddelbart vil kunne forstå udskriften fra jobafviklingen vist på de efterfølgende sider.

\$ preSEL

(opstart af PRESEL)

***** S E S A M *****

General Purpose Finite Element Program

P R E S E L

Preprocessor for Assembly of Super Elements

Program id	: 5.2-04	Computer	: MicroVax
Release date	: 29-APR-88	Impl. update	: None
Access time	: 26-JUL-89 12:59:19	Operating system	: VMS V5.1
User id	: SESAM	CPU id	: 0120316402
Account	: SESAM	Installation	: AALBORG_MIKRO

Copyright Veritas Sesam Systems, P.O.Box 300, N-1322 Hovik, Norway

GENERAL FILE NAME PREFIX? /[]/

MODEL FILE NAME? /PRESEL/ mono

OLD OR NEW FILE? /OLD/ new

(ny modelfil med navnet MONO
vælges. Prefix benyttes ikke)

CURRENT DEVICE IS : TX4014-15-16-54

#read 1

HAVE YOU REMEMBERED TO OPTIMIZE

ALL 1ST LEVEL INTERFACE FILES ?

READING PASS 1

READING PASS 2

READING PASS 3

21 NODES READ

20 BASIC ELEMENTS READ

2 LOAD CASES READ

READ: SUPER ELEMENT TYPE? /END/ 2

READING PASS 1

READING PASS 2

READING PASS 3

65 NODES READ

48 BASIC ELEMENTS READ

0 LOAD CASES READ

READ: SUPER ELEMENT TYPE? /END/

#%

#%

#assembly new

SUPER ELEMENT TYPE? 12

#%

#%

#include 1

INCLUDE? check

(de 2 superelementer, der be-
nytted, indlæses fra interfa-
cefilerne T1.FEM og T2.FEM)(der oprettes et nyt tomt
superelement med nr. 12)(superelement nr. 1 ønskes ind-
ført i 12, check er obligatorisk
og giver den viste oversigt)

SUPER ELEMENT TYPE: 12 LEVEL: 1 COTOL: 0.100

INCLUDE NODES BOU ASSEMBLY NODES

SUP.EL SUP.EL EXT. NOT SUP.EL SUP.EL EXT.

TYPE INDEX NO. OK TYPE INDEX NO.

GLOBAL COORDINATES

X Y Z

1 1 1

0.000 0.000 0.000

CHECK INCLUDE SUMMARY

NO. OF INTERNAL NODES: 20

NO. OF SUPER NODES MATCHING: 0

NO. OF SUPER NODES NOT MATCHING: 1

NO. OF NODES: 21

```

INCLUDE? perform
  SUPER ELEMENT INCLUDED
    SUPER ELEMENT TYPE:
    SUPER ELEMENT INDEX:
    LEVEL:
    NO. OF INTERNAL NODES:
    NO. OF SUPER NODES MATCHING:
    NO. OF SUPER NODES NOT MATCHING:
    NO. OF NODES:
  INTO SUPER ELEMENT ASSEMBLY
    SUPER ELEMENT TYPE:
    SUPER ELEMENT INDEX:
    LEVEL:
    NO. OF OLD NODES:
    NO. OF NEW NODES:
    NO. OF NODES:
INCLUDE: SUPER ELEMENT TYPE? /END/ 2
INCLUDE? check

SUPER ELEMENT TYPE:      12  LEVEL:      2  COTOL:      0.100

INCLUDE NODES      BOU ASSEMBLY NODES
SUP.EL SUP.EL EXT.  NOT SUP.EL SUP.EL EXT.
TYPE  INDEX  NO.    OK  TYPE  INDEX  NO.
-----
2      1      55      1      1      1      1
CHECK INCLUDE SUMMARY
  NO. OF INTERNAL NODES:
  NO. OF SUPER NODES MATCHING:
  NO. OF SUPER NODES NOT MATCHING:
  NO. OF NODES:
INCLUDE? perform
  SUPER ELEMENT INCLUDED
    SUPER ELEMENT TYPE:
    SUPER ELEMENT INDEX:
    LEVEL:
    NO. OF INTERNAL NODES:
    NO. OF SUPER NODES MATCHING:
    NO. OF SUPER NODES NOT MATCHING:
    NO. OF NODES:
  INTO SUPER ELEMENT ASSEMBLY
    SUPER ELEMENT TYPE:
    SUPER ELEMENT INDEX:
    LEVEL:
    NO. OF OLD NODES:
    NO. OF NEW NODES:
    NO. OF NODES:
INCLUDE: SUPER ELEMENT TYPE? /END/
#%
#%
#write 12

  WRITING: SUPER ELEMENT TYPE=      12
            LEVEL              =      2
            1 NODES WRITTEN
            2 SUPER ELEMENTS WRITTEN
            0 BASIC ELEMENTS WRITTEN
            0 LOAD CASES WRITTEN
  *      THERE ARE NO LOAD CASES

#%
#%
#exit
$
$

```

(superelement 1 ind-
føres i 12)

(status over super-
element 12)

(superelement 2 øn-
skes indført i 12)

GLOBAL COORDINATES		
X	Y	Z
0.000	0.000	0.000

64 (check viser, at de 2
1
0 superelementer matcher)
65

(superelement 2 ind-
føres i 12)

12 (status over super-
1 element 12)

(elementmetodemodellen af
superelement 12 overføres
til interfacefilen T12.FEM)

(PRESEL forlades)

Efter udførelsen af PRESEL er beregningsmodellen klar, og der findes de i skemaet viste filer:

Preprocessor	Konstruktion	Modelfil	Journalfil	Superelement type (nr.)	Interfacefil
PREFRAME	MAST	MAST.MOD	MAST.JNL	1	T1.FEM
PREFEM	KONSOL	KONSOL.MOD	KONSOL.JNL	2	T2.FEM
PRESEL	MAST + KONSOL	MONO.MOD	MONO.JNL	12	T12.FEM

Det bemærkes, at interfacefilen T12.FEM ikke indeholder den samlede beregningsmodel, men kun oplysninger om strukturen i superelement 12. En analyse kan derfor kun gennemføres, hvis interfacefilerne T1.FEM og T2.FEM også er tilgængelige i uændret form, se eksemplet i afsnit 4.4.

Da der kun er een (super)knude i superelement 12, er der ikke behov for at gennemføre en båndbreddeoptimering. I givet fald gennemføres denne, før PRESEL forlades.

4.4 Frekvensanalyse med SESTR

I de foregående 3 afsnit 4.1-4.3 er beregningsmodellen defineret, og der ønskes nu udført en frekvensanalyse, hvor konstruktionens 4 laveste egenfrekvenser bestemmes.

I SESAM-systemet anvendes programmet SESTR [9] til udførelse af statiske og dynamiske analyser af lineærelastiske konstruktioner. Programmet SESTR er specielt udviklet med henblik på udnyttelsen af superelementteknikken og er derfor noget tungt at arbejde med, når der som her er tale om et ret simpelt beregningsproblem.

Jobafviklingen med SESTR bør udføres som batchjob med dels en procedurefil, der angiver sammenhængen mellem interne og eksterne filnavne, og dels en fil med instruktioner til SESTR.

Procedurefilen til SESTR er nærmere beskrevet i afsnit 3. I det foreliggende tilfælde kaldes den MONO.COM og har følgende indhold:

```
$ ! PROCEDUREFIL TIL AFVIKLING AF SESTR-JOB
$ !
$ assign      DUA1:[SCRATCH]CDFILE1.DHS          dhs008
$ assign      DUA1:[SCRATCH]CDFIL12.DHS          dhs009
$ assign      DUA1:[SCRATCH]WORKFILE1.DHS        dhs010
$ assign      DUA1:[SCRATCH]WORKFILE2.DHS        dhs012
$ assign      DUA1:[SCRATCH]WORKFILE3.DHS        dhs013
$ assign      DUA1:[SCRATCH]WORKFILE4.DHS        dhs014
$ assign      DUA1:[SCRATCH]SAVEFILE1.DHS        dhs020
$ assign      DUA1:[SCRATCH]SAVEFILE2.DHS        dhs021
$ !
$ assign      MONO.INP                          for005
$ assign      DUA1:[SCRATCH]MONO.LIS             for006
$ assign      DUA1:[SCRATCH]MONO.MNT             for007
$ !
$ SESTR
$ !
$ deassign    for005
$ deassign    for006
$ deassign    for007
$ !
$ EXIT
$
```

(definition af standard-filnavne til arbejdsfiler. Frigives automatisk ved normal jobafslutning)

(brugerdefinerede filnavne til det aktuelle job)

(aktivering af SESTR)

Kun de indrammede filnavne skal vælges af brugeren. Ved kørsel på eget brugernavn kan device (DUA1) og directory [SCRATCH] naturligvis udelades af filnavnene.

Inputfilen MONO.INP beskrives nedenfor.

På resultatfilen MONO.LIS udskrives kontroller af inputdata samt de beregnede resultater, brugeren har specificeret i inputfilen. Evt. fejlmeddelelser udskrives også på resultatfilen.

Tolkning af vedligeholdelsesfilen MONO.MNT kræver systemindsigt, og filen er derfor normalt uden interesse for brugeren. Filen er ret omfattende selv med mindre jobs og bør derfor slettes straks efter jobafviklingen.

Inputfilen MONO.INP opbygges af et antal linier, der hver består af en kommando efterfulgt af parameterværdier, der skrives med bestemte formater. Da formaterne ikke er ens i de forskellige kommandoer, vil det føre for vidt at gennemgå dem her, og der henvises derfor til manualen.

Det fremgår af nedenstående eksempel, at en lang række parametre har standardværdien 0 og kan udelades af datasættet.

Bemærk, at alle tal skrives inden for et bestemt interval, og at de skal afsluttes med tegnet ".".

Alle kommandoer består af 4 tegn i en memoteknisk kombination. Neden for gives det benyttede datasæt med forklaring til de enkelte kommandoer:

```

HEAD  FREKVENNS-ANALYSE MED HOUSEHOLDERS METODE
HEAD  MONO=MAST+KONSOL
COMM  . . . . .
ITOP  12.
EIGH  4.
RETR  3.
RNAME MONO
COMM  . . . . .
IDTY  1.
DYMA  1.
EIGH  4.
RCMS  0. 4.
COMM  . . . . .
IDTY  2.
DYMA  1.
EIGH  4.
RCMS  0. 4.
COMM  . . . . .
IDTY  12.
DYMA  1.
COMM  . . . . .
Z

```

HEAD	linier med identifikationstekst der følger resultaterne over i postprocessoren.
COMM	kommentarlinie, her med markering af det normale formatinterval på 5 kolonner.
ITOP 12.	superelement på topniveau, her nr. 12.
EIGH 4.	egensvingningsanalysen udføres med Householders metode for den samlede konstruktion. Her ønskes de 4 laveste frekvenser.
RETR 3.	angiver den rute ned gennem superelementhierakiet, der ønskes fulgt ved beregning og udskrivning af detailresultater. Her benyttes normalt værdien 3, se iøvrigt manualen.
RNAME MONO	interfacefilerne til postprocessoren gives prefix "MONO", se nedenfor. Som standard er her valgt uformaterede filer.
IDTY 1.	følgende kommentarer vedrører <i>kun</i> superelement nr. 1:
DYMA 1.	bidrag til superelementets massematrix fra elementernes

	masse (konsistent massematrix)
EIGH 4.	de 4 laveste egenfrekvenser for superelement nr. 1 beregnes og udskrives
RCMS 0. 4.	angiver at reduktionsmetoden "Component Mode Synthesis" benyttes. Særlig velegnet, når antal superknuder, som her, er meget lavt. De 4 laveste lokale egenvektorer benyttes. Se iøvrigt manualen.
IDTY 2.	følgende kommandoer vedrører kun superelement nr. 2 (se forklaring under IDTY 1.)
IDTY 12.	der benyttes konsistent massematrix for den samlede konstruktion (superelement nr. 12)
DYMA 1.	
Z	afslutter datasættet

Som tidligere nævnt er anvendelsen af superelementer ikke hensigtsmæssig for dette simple beregningsproblem. Dels kompliceres modelbygningen med preprocessorerne, og dels bliver inputfilen til SESTRARet omfattende. Hvis hele den aktuelle konstruktion genereres som et enkelt superelement (med PREFEM), kan inputfilen til SESTRARet reduceres til nogle få linier:

```

HEAD  FREKVENSS-ANALYSE MED HOUSEHOLDERS METODE
HEAD  MONO=MAST+KONSOL
COMM  . . . . .
ITOP  12.
EIGH  4.
RETR  3.
COMM  . . . . .
Z

```

I ovenstående er der dog også set bort fra bidrag til masse-matricen fra elementernes egenvægt, men i dette tilfælde er det en god tilnærmelse, når kun de 4 laveste egenfrekvenser ønskes beregnet.

Efter kørsel med datasættet MONO.INP findes resultaterne på følgende filer:

MONO.LIS	kontroludskrift af inputdata og beregnede egenfrekvenser
MONOR12.SIU	interfacefiler til postprocessoren POSTFEM. Indeholder egensvingningsformer for de enkelte superelementer. Se også beskrivelsen af RNAM ovenfor.
MONOR1H1.SIU	
MONOR2H2.SIU	

Når interfacefilerne har tilføjelsen .SIU, skyldes det, at det her er valgt at benytte uformatterede resultatfiler, hvilket er standard.

Fra MONO.LIS hentes følgende resultater

Frekvens nr.	MAST (superelement 1)	KONSOL (superelement 2)	MONO (superelement 12)
1	1.24	118.5	1.21
2	1.95	118.5	1.80
3	7.81	120.3	7.64
4	12.31	120.3	11.43

Det fremgår klart, at for de 4 laveste egenfrekvenser er det mastens egen-svingningsformer, der helt dominerer den samlede konstruktions egenfrekvenser.

I afsnit 4.5 er det beskrevet, hvorledes egensvingningsformerne kan udtegnes med postprocessoren POSTFEM.

4.5 Præsentation af resultater med POSTFEM

POSTFEM [13] er en generel interaktiv grafisk postprocessor til elementmetodeprogrammer og er specielt udviklet til brug i SESAM-systemet. Inden POSTFEM kan anvendes, skal der oprettes en database, der indeholder den aktuelle elementmetodemodel og resultater fra analyseprogrammet.

Denne database oprettes med hjælpeprogrammet PREPOST, se nedenfor.

4.5.1 Generering af database med PREPOST

PREPOST [17] er et interaktivt hjælpeprogram, der omdanner resultatfilerne fra analyseprogrammerne til databasefiler, der anvendes af SESAM-systemets postprocessor. I det aktuelle tilfælde drejer det sig om følgende uformaterede resultatfiler fra SESTRA (se afsnit 4.4):

MONOR12.SIU

MONOR1H2.SIU

MONOR2H3.SIU

der af PREPOST ønskes omdannet til:

MONOPOST.JNL (journalfil)

MONOPOST.DBS (database)

MONOPOST.IND (indexfil)

Dialogen med PREPOST er gengivet nedenfor påført nogle få kommentarer. Der skønnes ikke at være behov for yderligere instruktion, idet PREPOST benytter samme symboler som i de øvrige interaktive SESAM-programmer og iøvrigt er forsynet med en hjælpefunktion, der kan aktiveres på alle niveauer med tegnet "?".

Det fremgår af nedenstående gengivelse af jobdialogen, at brugeren kun skal afgive ganske få kommandoer og iøvrigt kan nøjes med at acceptere en række standard-svar. I det følgende er alle svar og kommandoer afgivet af brugeren skrevet med småt.

\$ prepost

(opstart af PREPOST)

***** S E S A M *****

General Purpose Finite Element Program

P R E P O S T

UTILITY PROGRAM FOR SESAM POSTPROCESSING

Program id	: 5.3-02	Computer	: MicroVax
Release date	: 06-JUN-89	Impl. update	: None
Access time	: 31-JUL-89 13:14:31	Operating system	: VMS V5.1
User id	: SESAM	CPU id	: 0120316402
Account	: SESAM	Installation	: AALBORG_MICRO

Special notes for this program version :
 SIFTOOL id: 5.3-02 Release Date: 19-MAY-89

Copyright Veritas SESAM Systems, P.O.Box 300, N-1322 Hovik, Norway

... PLEASE WAIT FOR FILE SYSTEM INITIALIZATION
 FILE SYSTEM INITIALIZATION COMPLETED

JOURNAL FILE PREFIX? /[]/	
JOURNAL FILE NAME? /PREPOST/ monopost	(ny journalfil med navnet
NEW OR OLD JOURNAL FILE? /OLD/ new	MONOPOST.JNL vælges. Prefix
NEW JOURNAL FILE OPENED	benyttes ikke)
#read	
TYPE OF INTERFACE FILE? /SIU-UNFORMATTED/	
FILE PREFIX? /[]/ mono	(interfacefilen MONOR12.SIU
INTERFACE FILE NAME? /R1/ r12	for superelement 12 ind-
%	læses)
%	
% her er udeladt nogle kontroludskrifter	
%	
%	
SELECT SUPERELEMENTS (GIVE KEYS)? /ALL/	(interfacefilerne for su-
	perelement 1 og 2 indlæses
READING FILE: MONOR1H2.SIU	herefter automatisk)
%	
%	
% her er udeladt nogle kontroludskrifter	
%	
%	
READING FILE: MONOR2H3.SIU	
%	
%	
% her er udeladt nogle kontroludskrifter	
%	
%	

```

#create postfem-database
DATA BASE FILE PREFIX? /[]/
DATA BASE FILE NAME? /POSTFEM/ monopost
NEW OR OLD DATA BASE? /NEW/
USER KEY (MAX 6 CHARACTERS)? /USER/ kloch
    CREATED NEW USER-KEY: KLOCH
PROJECT NAME (MAX 6 CHARACTERS)? /SESAM/ mono
    CREATED NEW PROJECT : MONO
%
%
%   her er udeladt nogle kontroludskrifter
%
%
SELECT SUPERELEMENTS (GIVE KEYS)? /ALL/
Model/super-element name for model : 1? /SEL-1/ mast
Model/super-element name for model : 2? /SEL-2/ konsol

    NOW PROCESSING MODEL : MAST
        NUMBER OF ELEMENTS :      20
        NUMBER OF NODES   :      21
        20 ELEMENTS READ.
        21 NODES READ.
%
%
%   her er udeladt nogle kontroludskrifter
%
%
    MODEL MAST IS COMPLETE.

    NOW PROCESSING MODEL : KONSOL
        NUMBER OF ELEMENTS :      48
        NUMBER OF NODES   :      65
        48 ELEMENTS READ.
        65 NODES READ.
%
%
%   her er udeladt nogle kontroludskrifter
%
%
    MODEL KONSOL IS COMPLETE.
#exit

```

(der oprettes en ny databasefil med navnet MONOPOST.DBS)

(til senere identifikation angives brugernavn og projektnavn, idet databasen kan indeholde flere brugere hver med flere projekter)

(superelement 1 og 2 overføres til databasen og gives de tidligere brugte navne MAST og KONSOL)

(PREPOST forlades)

Samtidig med databasen MONOPOST.DBS oprettes en såkaldt indexfil MONOPOST.IND, der er en slags register til databasen og benyttes sammen med denne i POSTFEM.

4.5.2 Udtægning af egensvingsningsformer med POSTFEM

For at præsentere nogle få af de mange muligheder, der findes i POSTFEM [13], beskrives i det følgende, hvorledes en enkelt af egensvingsningsformerne kan udtegnes.

POSTFEM har en kommandostruktur, der afviger en del fra de øvrige SESAM-programmer, idet der i stor udstrækning benyttes menustyring.

Da det skønnes uhensigtsmæssigt at gengive samtlige skærm billeder, er det her valgt at vise opstarten af programmet og en liste over de afgivne menu-kommandoer med tilhørende forklaringer. Desuden gengives 3 eksempler på skærm billeder med menustruktur og grafiske resultater, se fig. 4.5.1-3.

Med denne fremgangsmåde får læseren ganske vist ikke nogen fuldstændig vejledning, men ved at gentage eksemplet og selv eksperimentere herudfra skønnes det, at læseren hurtigt vil kunne sætte sig ind i brugen af POSTFEM uden at skulle studere manualen [13].

\$ POSTFEM

(opstart af POSTFEM)

***** S E S A M *****

General Purpose Finite Element Program

P O S T F E M

SESAM GENERAL GRAPHICS POSTPROCESSOR

Program id	: 5.2-05	Computer	: MicroVax
Release date	: 04-SEP-87	Impl. update	: NONE
Access time	: 01-AUG-89 14:36:10	Operating system	: VMS V5.1
User id	: SESAM	CPU id	: 0134217728
Account	: SESAM	Installation	: AALBORG_MIKRO

Special notes for this program version :
OFFICIAL VERSION

Marketing and support

Veritec Sesam Systems, P.O.Box 300, N-1322 Hovik, Norway

1 = TEK4010, TEK4014, TEK4114
2 = TEK4107, TEK4112, TEK4115
3 = TEK4105
4 = WESTWARD 3220

WHICH GRAPHICS DISPLAY ? (ENTER INTEGER, DEFAULT=1) > (valg af skærmttype)

Enter file prefix for journal & data-base files/ /

Enter POSTFEM journal file name/POSTFEM/

Common name for data base & index files ?/POSTFEM/ monopost

(som journalfil vælges standardnavnet, medens database- og index-filen angives som det i PREPOST valgte navn MONOPOST)

Herefter overgår POSTFEM til menustyring. Nedenfor gengives journalfilen, hvor alle afgivne ordrer opsamles.

```

:
! POSTFEM JOURNAL FILE : POSTFEM
!       OPENED DATE : 01-AUG-89
!       TIME : 11:53:33
!
>KLOCH                                (brugeridentifikation som angivet i PREPOST)
!
> SELECT MONO                          (menuen over projekter viser, at der kun er et, MONO,
> SELECT MAST                          som vælges. Blandt modeller udvælges først MAST, se
!                                     fig. 4.5.1)
> EYE ROTATE TO 90                     (z-aksen drejes, så den bliver lodret)
!
> RESULTS LOADCASE 1 3                 ("lasttilfælde 1 3 = 3. egensvingningsform
> RESULTS NODAL DISPLACE ALL           og herfra vælges knudedeflytninger)
!
> PRESENT SHAPE                        (model + egensvingningsform udtegnes)
> EYE ZOOM OUT                         (figuren flyttes og skaleres med 2 marke-
!                                     ringer af trådkors, se fig. 4.5.2)
!
> INDEX MODELS                         (retur til model-menuen, her udvælges nu
> SELECT KONSOL                        KONSOL).
!
> EYE ROTATE TO 75                     (justering af akseretninger for at få en
> EYE ROTATE RIGHT 30                  passende se-retning)
!
> RESULTS LOADCASE 1 3                 ("lasttilfælde" og resultater udvælges,
> RESULTS NODAL DISP ALL                se ovenfor)
!
> OPTIONS DASHED                       (udeformeret model med punkteret streg)
> VIEW MESH                            (elementinddeling udtegnes)
!
> PRESENT SHAPE                        (egensvingningsformen tilføjes, se fig.
!                                     4.5.3)
> FINISH                              (POSTFEM afbrydes)
!
! END OF JOURNAL FILE
!

```

Det bemærkes, at de forskellige kommandoer og parametre kan forkortes til et enkelt eller nogle få tegn. Dette er ikke udnyttet her.

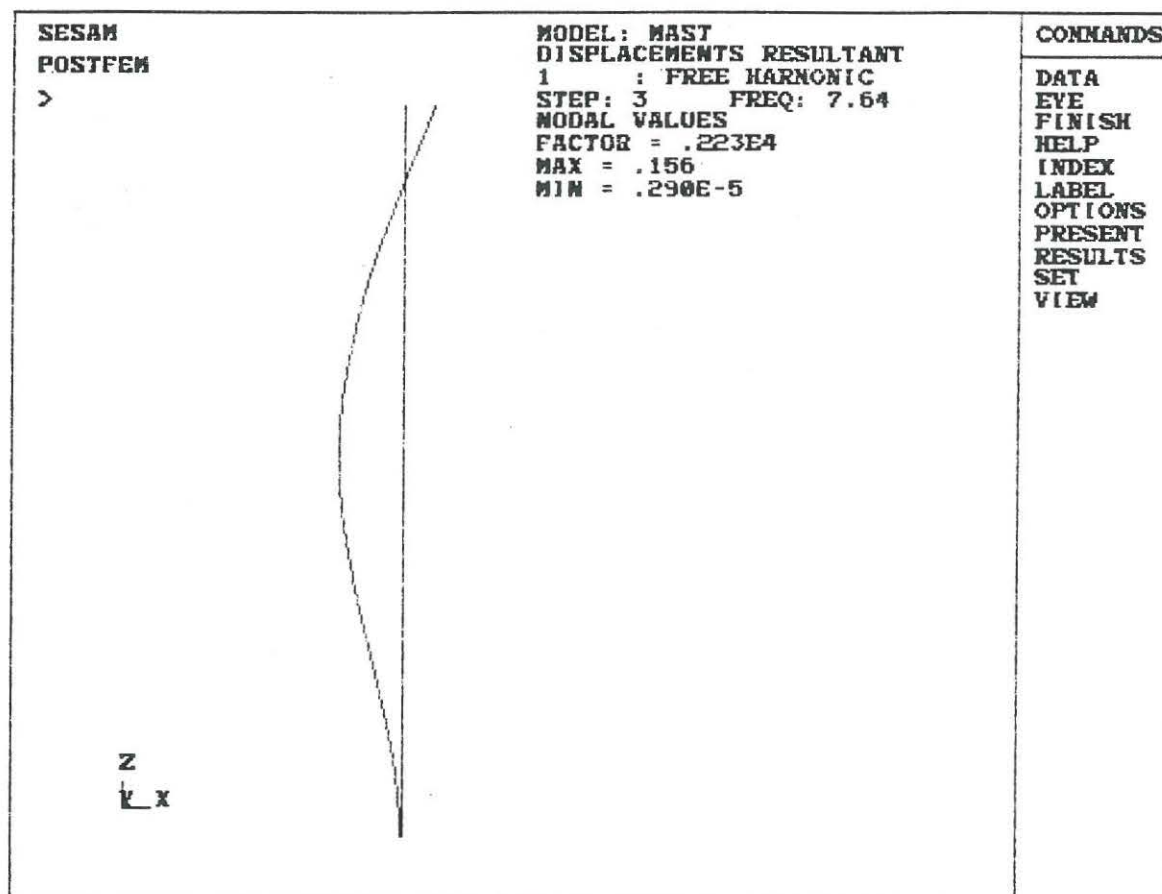
Til støtte for den læser, der selv ønsker at gennemføre ovenstående, gives en oversigt over de vigtigste symboler:

- > klartegn fra POSTFEM kræver kommando fra brugeren
- ! kommentarlinie, her indsat for at gøre journalfilen overskuelig
- / afbryder påbegyndt kommando
- # afslutter menuen

<p>SESAM POSTFEM > SELECT MAST</p> <p>CURRENT MODELS IN PROJECT : MONO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MODEL NAME</th><th>CREATION DATE</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MAST</td><td>1 8 89</td></tr> <tr> <td>KONSOL</td><td>1 8 89</td></tr> </tbody> </table>	MODEL NAME	CREATION DATE	MAST	1 8 89	KONSOL	1 8 89	<p>COMMANDS</p> <p>BUILD DELETE FINISH INDEX NEXT PLOT RETURN SELECT VIEW</p>
MODEL NAME	CREATION DATE						
MAST	1 8 89						
KONSOL	1 8 89						

Figur 4.5.1

På fig. 4.5.1 ses menuen over modeller i projektet MONO. Til højre ses en oversigt over mulige kommandoer og i venstre hjørne ses, at brugeren har valgt kommandoen SELECT til at udvælge modellen MAST med henblik på videre bearbejdning af denne, se listning fra journalfilen ovenfor.

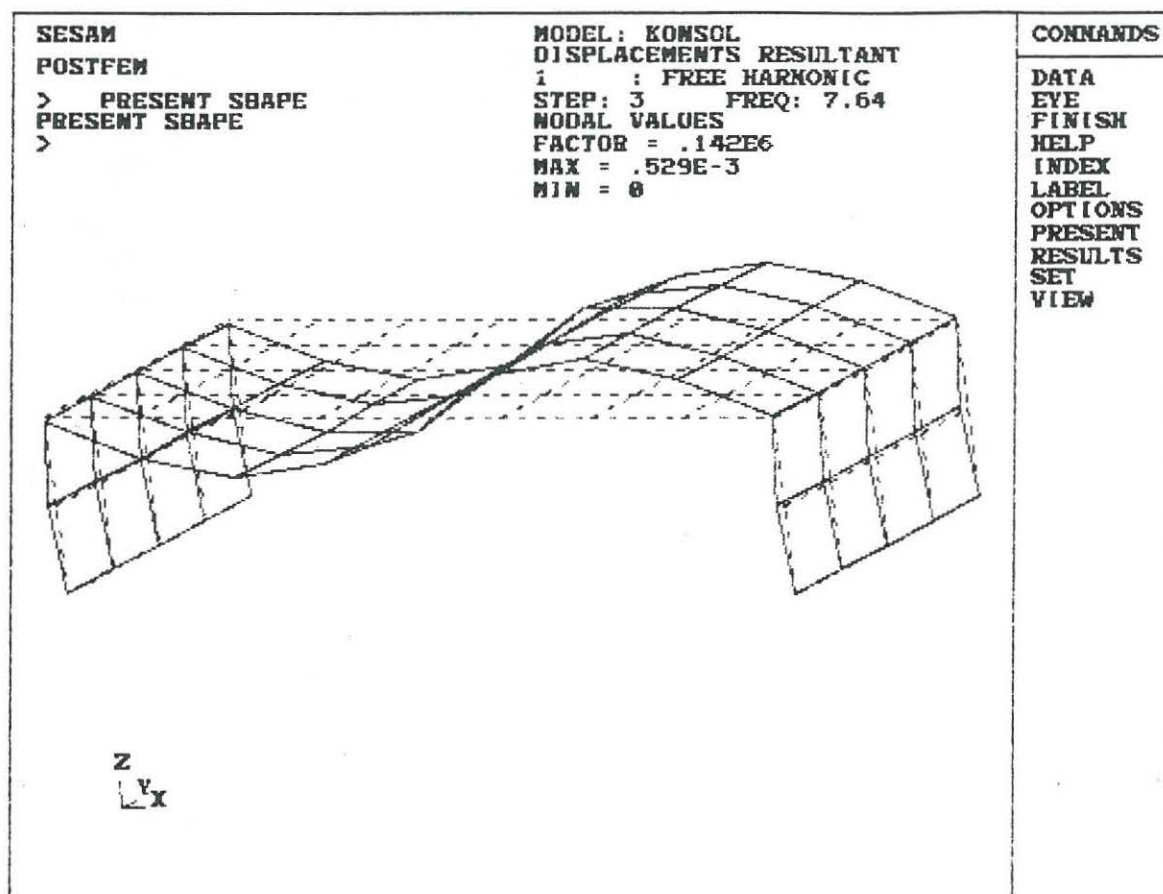


Figur 4.5.2

På fig. 4.5.2 er egensvingningsformen svarende til egenfrekvens nr. 3 udtegnet. Denne egensvingning foregår i XZ-planen. Bemærk, at der er tale om egenfrekvensen for den samlede konstruktion (MONO), men kun vist på modellen af MAST'en.

Det viste skærm billede er et resultat af en redigering, hvor kommandoen EYE ZOOM benyttes til at markere det ønskede tegneområde.

Tilsyneladende er $\varphi_y = 0$ ved indspændingen i KONSOL, men det skyldes den benyttede skalering, som det fremgår af fig. 4.5.3.



Figur 4.5.3

Fig. 4.5.3 viser samme egensvingningsform (nr. 3) som på fig. 4.5.2, men for modellen af KONSOL.

Der er benyttet en væsentlig større skaleringsfaktor på flytningerne end på fig. 4.5.2, derfor fremgår det klart af vinkeldrejningen $\varphi_y \neq 0$ i superknuden, hvor MAST og KONSOL er forbundet.

5. EKSEMPEL MED STATISK VIRKENDE LAST

Den i afsnit 4 genererede beregningsmodel MONO påføres nu en statisk virkende lastkombination. De påførte laster er ikke specielt relevante for denne konstruktion og er kun medtaget for at demonstrere fremgangsmåden.

I afsnit 4.1 blev der i forbindelse med genereringen af superelement 1 (MAST) defineret 2 lastkombinationer hver med en enkelt knudelast:

loadcase 1 knode 21 TX = 1.0

loadcase 2 knode 11 TY = 1.0

Disse 2 laster udgør grundlaget for de påvirkninger, der opstilles i det følgende. Placering af knuder og akseretninger fremgår af fig. 4.1.1.

Laster, der virker på 1. niveau's superelementer, kan ved hjælp af PRESEL skaleres og kombineres til lastkombinationer på det overordnede superelement dvs. den samlede konstruktion.

Som eksempel opstilles en lastkombination bestående af 2 enkeltkræfter

$P_x = 1.5 \text{ kN}$ i knude 21

$$P_y = -1.2 \text{ kN i knude 11}$$

I afsnit 4 valgtes enhederne kg og mm, og derfor bliver kraftenheden $N \times 10^{-3}$. Kraften 1 kN angives derfor som 1.0×10^6 .

Efter opstart af PRESEL forløber dialogen herefter således:

```

GENERAL FILE NAME PREFIX? /[]/
MODEL FILE NAME? /PRESEL/ mono
OLD OR NEW FILE? /OLD/
CURRENT DEVICE IS : TX4014-15-16-54
#assembly
ASSEMBLY? /OLD/
SUPER ELEMENT TYPE? 12
#load combination
NEW LOADCASE NUMBER? /END/ 1
LOWER LEVEL SUPER ELEMENT TYPE? /END/ 1
LOWER LEVEL SUPER ELEMENT INDEX? /END/ 1
LOWER LEVEL LOAD CASE? /END/ 1
LOAD FACTOR? /1.0/ 1.5e6
LOWER LEVEL LOAD CASE? /END/ 2
LOAD FACTOR? /1.0/ -1.2e6
LOWER LEVEL LOAD CASE? /END/
LOWER LEVEL SUPER ELEMENT TYPE? /END/
NEW LOADCASE NUMBER? /END/
LOAD? /END/
#print load

SUPER ELEMENT TYPE:          12  LEVEL:          2
LC      SUP.EL SUP.EL
TYPE    INDEX  LEVEL  LLC    FACTOR    LLC    FACTOR    LLC    FACTOR
-----
1        1        1        1        1  0.2E+07        2 -0.1E+07
PRINT? /END/
#write 12

WRITING: SUPER ELEMENT TYPE=          12
          LEVEL              =          2
          1 NODES WRITTEN
          2 SUPER ELEMENTS WRITTEN
          0 BASIC ELEMENTS WRITTEN
          1 LOAD CASES WRITTEN
#exit

```

Herefter kan analysen gennemføres med SESTRASOM som beskrevet i afsnit 4.3. I dette tilfælde bliver input-filen til SESTRASOM meget simpel, som det fremgår af nedenstående udskrift:

```
HEAD  STATISK ANALYSE AF "MONO" FOR LASTKOMBINA-
HEAD  TIONEN PX=1.5 I KNUDE 21 + PY=-1.2 I KNUDE 11
COMM  . . . . .
ITOP  12.
RETR  3.  2.      1.
COMM  . . . . .
Z
```

ITOP angiver superelementtopologien, som er uændret, dvs. T12.FEM er den overordnede interfacefil.

RETR angiver strukturen i resultatudskriften på filen MONO.LIS.

- 3. er en standardværdi
- 2. både flytninger og snitkræfter ønskes udskrevet
- 1. kun resultater for superelement nr. 1

Som kontrol betragtes snitkræfterne i snit mellem MAST og KONSOL, her fås følgende værdier fra MONO.LIS filen:

PX ~ 0

PY = -1.5 kN (lokal y-akse = global x-akse)

PZ = -1.2 kN (lokal z-akse = global y-akse)

MX ~ 0

MY = -2.4 kNm (= -1.2 × 2.000)

MZ = 6.0 kNm (= 1.5 × 4.000)

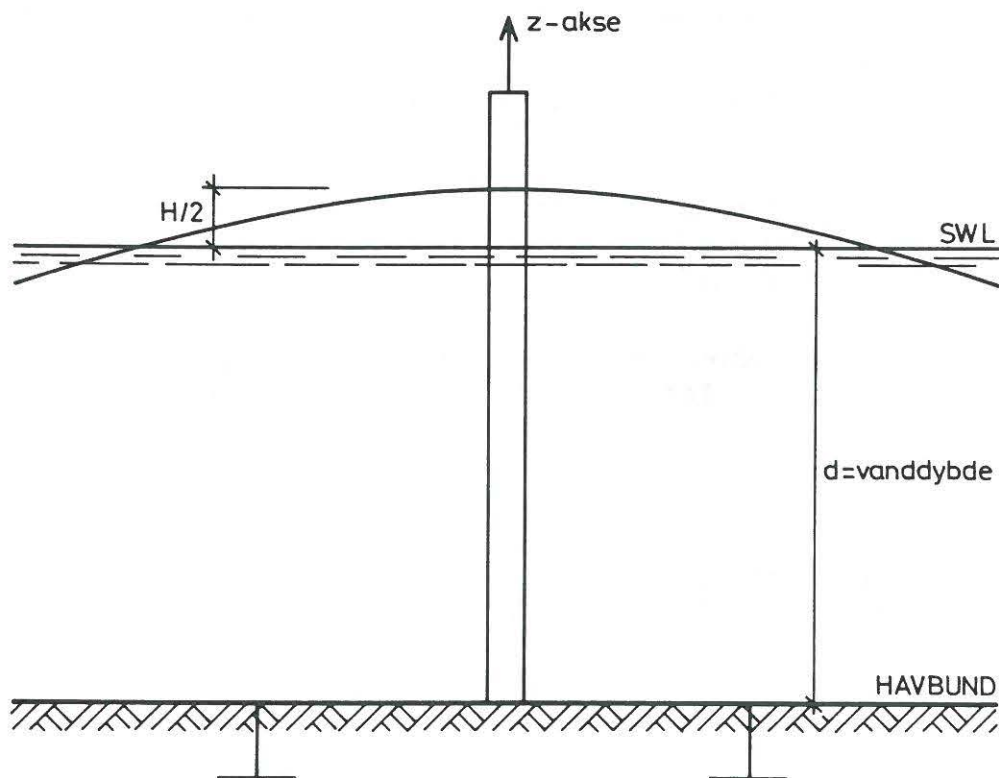
For bjælkeelementer (BEAS) benyttes en fortegnsgenstand, så forskydningskræfterne PY og PZ regnes positive, hvis de drejer en udskåret del af bjælken mod uret, når se-retningen er i den lokale z- og y-akse.

De bøjende momenter regnes positive, når de giver træk i tværsnittets negative side.

6. EKSEMPEL MED BØLGELAST

I dette eksempel laves der en quasi-statisk analyse af en konstruktion, der er belastet med en bølgelast. En quasi-statisk analyse anvendes ofte, når belastningens frekvens er meget lavere end konstruktionens laveste egenfrekvens.

Den i de forgående eksempler betragtet model antages nu at være påvirket af en harmonisk bølge. Det antages, at modellens fodplade ligger i niveau med havbunden og at vanddybden $d = 3$ meter, se figur 6.1. Modellen er modelleret med konstant tværsnit i hele mastens længde, se afsnit 4. Der regnes med en bølge med højden $H = 0.75$ meter og perioden $T = 8$ sekunder. Der ses bort fra strøm og begroning.



Figur 6.1 Model til beregning af bølgelast.

I overensstemmelse med de oplysninger, der er givet, i afsnit 2.1.2, om de forskellige programmer til beregning af miljølaster, vælges WAJAC til dette eksempel.

Konstruktionsanalysen udføres med SESTRAS. For denne simple konstruktion, som betragtes her, kunne man i princippet bestemme snitkræfterne i et af mastens tværsnittet uden at anvende SESTRAS. Dog gøres det her for at vise dialogen med SESTRAS, når man har anvendt WAJAC til at bestemme lasterne på en konstruktion.

6.1 Input- og output filer til eksempel 3

Analysen starter med at man modellerer konstruktionen med preprocessorerne. Her er dette gjort i de forgående eksempler med hhv. PREFRAME og PREFEM. Dette har resulteret i to input interfacefiler (T-filer), som her gives QAUSI som prefix. Dvs. QUASIT1.FEM og QUASIT2.FEM er input interfacefiler for hhv. masten og konsolen, som tilsammen udgør konstruktionen i figur 6.1. Vha. af preprocessoren PRESEL dannes input interfacefilen QUASIT21.FEM. Brugen af PRESEL er også omtalt i de forående eksempler, dog skal det bemærkes, at man skal huske at lave en lastkombination i PRESEL for det nydannede superelement, der er dannet af første ordens superelementerne. Lastkombination skal bruges til at angive bølgelasten.

Disse input interfacefiler anvendes både i WAJAC og i SESTRAS.

I WAJAC anvendes input interfacefilerne til at danne quasi-statiske laster på den betragtede konstruktion.

WAJAC er et selvstændigt program, se [5], som skal have følgende input

- styreordre.
- definition af konstruktionens geometri.
- angivelse af hydrodynamiske koefficienter, begroning osv..
- angivelse af belastningens karakteristika.

Input angives enten interaktivt eller ved et batch-job. Her vælges det at lave et batch-job til afvikling af WAJAC. Input-filen til afvikling af WAJAC ses i figur 6.1.1.

WAJAC					
TITL		QUASISTATIC			
MODE		1.	1.	21.	
FMOD		QUASI			
HYDR					
COEF		0.0	4.0	0.7	0.0 2.0
LOAD					
DPTH		3.0			
SEA	11.1	0.0	0.75	8.0	0.0
MPRT		1.	20.	1.	
END					

Figur 6.1.1 Input-fil til WAJAC

WAJAC er en identifikation, der gives før styreordrene.

TITL angiver titlen på WAJAC-jobbet.

- MODE** bruges når konstruktionens geometri skal læses fra input interfacefiler (1.) og ikke angives direkte i WAJAC. Endvidere bliver de beregnede bølge laster gemt på loads interfacefiler (1.). Højeste superelementniveau er 21.
- FMOD** angiver interfacefilernes prefix (QUASI).
- HYDR** er en identifikation af ordrene til angivelse af hydrodynamiske karakteristika.
- COEF** angiver at der fra havbunden (0.0) til toppen af konstruktionen (4.0) regnes der med konstant dragkoefficient (0.7) og inertikoefficient (2.0) for belastning vinkelret på masten og (0.0) for dragbelastning langs masten regnes.
- LOAD** en identifikation af ordrene til angivelse af belastningens karakteristika.
- DPTH** angiver, at der regnes med en vanddybde på 3 meter (3.0)
- SEA** angiver, at bølgenlasten bestemmes ved at anvende lineær AIRY bølgeteori (11.1), idet der ses bort fra strømlast (0.0). Idet AIRY bølgeteori kun gælder til SWL (still water level), anvendes der en antagelse i programmet om, at vandpartikelhastigheder og-accelerationer er konstante fra SWL og til bølgetop. Der regnes med en bølgehøjde på 0.75 meter (0.75) og en bølgeperiode på 8 sekunder (8.0). Bølgens begyndelsesfase sættes til (0.0), hvilket betyder at der beregnes bølgelaster på konstruktionen for en bølge med bølgetop over konstruktionens globale origo. Der angives ikke en indfaldsvinkel imellem bølgeudbredelsesretningen og x-aksen. I dette eksempel har denne vinkel ingen betydning, idet programmet regner med den samme ækvivalente diameter for mastens rektangulæretværsnit for alle bølgeudbredelsesretninger. Programmet regner med en ækvivalent diameter svarende til største afstand i tværsnittet.
- MPRT** bruges når de beregnede bølgelaster skal udskrives. Her er det angivet at laster skal udskrives for element (1.) til (20.), dvs de element der modellerer masten. Der udskrives for hvert element (1.).

Når WAJAC afvikles, dannes der, som angivet med ordren MODE nogle loads interfacefiler. Der dannes en fil for hvert førsteordenssuperelement, dvs. her dannes der QAUSIL1.FEM og QUASIL2.FEM. Endvidere dannes der også en S-fil for det superelement med højeste orden, her QUASIS21.FEM. Denne S-fil indeholder input ordre til SESTRA, som skal anvendes i SESTRA hvis den beregnede bølgelast skulle anvendes til en dynamisk analyse. Desuden indeholder S-filen ordre til post-processoren POSTFRAME til en udmattelsesanalyse. S-filen er ikke nødvendig til en quasi-statiskanalyse.

Næste skridt i analysen er en afvikling af SESTRA. Input til SESTRA angives enten interaktivt eller ved et batch-job, som det er omtalt i de foregående eksempler. Her vælges der at lave et batch-job til afvikling af SESTRA. Input-filen til afvikling af SESTRA ses i figur 6.1.2.


```
HEAD QUASI-STATISK ANALYSE MED BOELGELAST
INAM QUASI
ITOP 21.
RETR 3.    2.
Z
```

Figur 6.1.2 Input-fil til SESTR

HEAD angiver en identifikationstekst.

INAM angiver at alle interfacefiler med prefix QUASI vil blive læst af SESTR.

ITOP angiver superelementtopologien, som er uændret, dvs. T12.FEM er den overordnede interfacefil.

RETR angiver strukturen i resultatudskriften.

3. er en standardværdi

2. både flytninger og snitkræfter ønskes udskrevet

6.2 Vurdering af resultater

Idet der i dette eksempel analyseres en meget simpel konstruktion, er det muligt at kontrollere de beregnede bølgelaster ved en simpel håndregning, således at man kan undersøge, om man har angivet inddata til WAJAC korrekt. Endvidere er det også simpelt at undersøge om man har fået lavet en korrekt sammenhæng imellem WAJAC og SESTRAS.

I figur 6.2.1 ses et udsnit af output-filen fra WAJAC

TOTAL LOAD SUMMARY :

SEASTATE NO 1

MAXIMUM BASE SHEAR = 4.2776E+01 AT PHASE = 0.0

MAXIMUM OVERTURNING MOMENT = 7.4993E+01 AT PHASE = 0.0

Figur 6.2.1 Output fra WAJAC

I figuren kan man ses størrelserne af hhv. den samlede bølgelast og-moment på konstruktionen i bølgeudbredelsesretningen.

I det efterfølgende kontrolleres værdierne angivet i figur 6.2.1 ved en håndregning. Idet belastningen består af en bølge med bølgetop når fasen er lig nul, vil vandpartikelaccelerationerne beregnet ved den lineære bølgeteori være lig nul. Dvs. at Morison's formel, som programmet anvender til beregningerne, kan skrives

$$f = \frac{1}{2} \rho C_D D u^2 \quad (1)$$

f er kraft pr. meter konstruktion. ρ , C_D og D er hhv. vandets massefylde, dragkoefficienten og konstruktionens diameter. u er vandpartiklernes horisontale hastighed, vinkelret på konstruktionen, i bølgeudbredelsesretningen. Vandpartikelhastigheden kan bestemmes ved (2), når der anvendes lineær bølgeteori.

$$u = \omega \frac{H}{2} \frac{\cosh k(z+d)}{\sinh kd} \quad (2)$$

ω og k er hhv. bølgens vinkelfrekvens og bølgetallet. z er en lodret koordinatakse, hvor $z = 0$ i SWL og $z = -3$ ved havbunden. Ved at indsætte (2) i (1) kan bølgelasten bestemmes på konstruktionen ved at integrere (1) fra havbunden $z = -3$ til vandoverfladen $z = 0.375$. Fra SWL og op til bølgens top regnes der med samme horisontale vandpartikelhastighed som i SWL.

Bølgelasten på konstruktionen bliver 42.77 N, når

$$\begin{aligned} D &= 0.081m \\ \omega &= 0.785 \frac{rad}{s} \\ k &= 0.149 \frac{rad}{m} \\ d &= 3.0m \\ H &= 0.75m \end{aligned}$$

Det ses, at bølgelasten beregnet hhv. ved en håndberegning og med WAJAC stemmer overens, hvorfor der kan konkluderes, at inddata til WAJAC er angivet korrekt.

For at kontrollere om der er lavet en korrekt sammenhæng imellem WAJAC og SESTRA kan man f.eks. betragte de spændinger som SESTRA har beregnet for mastens indspændingstværsnit ved konsollen. Da masten er modelleret med BEAM-elementer udskriver SESTRA snitkræfter- og moment istedet for spændinger.

I figur 6.2.2 ses et udsnit af output-filen fra SESTRA

```

      STRESS COMPONENTS (FORCES IF BEAS ELEMENTS)

      PX          PY          PZ          MX          MY          MZ
-8.559E-15 -4.278E+01 -1.958E-07  1.551E-07 -4.398E-07  7.499E+01
  
```

Figur 6.2.2 Output fra SESTRA

Det ses ved at sammenligne snitkraften (PY) og snitmomentet (MZ) med de beregnede bølgelaster i figur 6.2.1, at der er skabt en korrekt sammenhæng imellem WAJAC og SESTRA og at inddata til SESTRA må være angivet korrekt.

LITTERATURLISTE

- [1] PREFRAME, Preprocessor for Frame Structures. User's Manual NV 3113, Oct., 1984.
- [2] PREFEM, Preprocessor for General Finite Element Programs. User's Manual, March, 1989.
- [3] PRETUBE, Finite Element Preprocessor for Tububular Joints Superelements. User's Manual, April, 1987.
- [4] PRESEL, Preprocessor for Assembly of Superelements. User's Manual NV 3111, Dec., 1984.
- [5] WAJAC, Wave and Current Loads on Fixed Rigid Frame Structures. User's Manual NV1436, Dec., 1984.
- [6] WADAM, Wave Loading by Diffraction and Morison Theory. User's Manual, April, 1989.
- [8] LAUNCH3D, 3-dimensional Jacket Launch Analysis. User's Manual, June, 1985.
- [9] SESTRA, Superelement Structural Analysis. User's Manual, March, 1988.
- [10] FENRIS, Finite Element Nonlinear Integrated System. System Manual, July, 1985.
- [11] TUSTRA, Tubular Joint Structural Analysis Module. User's Manual, May, 1985.
- [12] SPLICE, Structure/Pile/Soil Interaction Analysis. User's Manual NV 3582, Sep., 1983.
- [13] POSTFEM, Postprocessor for General Finite Element Programs. User's Manual, Jan., 1987.
- [14] POSTFRAME, Postprocessor for Frame Structures. User's Manual NV 3701, July, 1987.
- [15] POSTRESP, Postprocessor for Global Response Statistics. User's Manual NV1477, April, 1987.
- [16] Kursusmateriale udleveret til S.Kloch på et introduktionskursus til SESAM, 1988.
- [17] PREPOST, Utility Program for SESAM Postprocessing. User's Manual, May, 1989.

Alle version nr. referer til programmer og er ikke i alle tilfælde identiske med manualernes versions nr.

Alle manualer er udarbejdet hos Det norske Veritas af VERITAS SESAM SYSTEMS A.S, P.O.BOX 300, Veritasveien 1, N-1322 Høvik, Norway.